

József Attila Tudományegyetem

PEDAGÓGIAI DOKTORI ÉRTEKEZÉS

A tanulmányi anyag kiválasztásának problémái
és megoldásának néhány módja
a műszaki felsőoktatásban

Rapp János

1982

TARTALOMJEGYZÉK

	lap
1. <u>A műszaki felsőoktatás alapvető problémája: feszültség a képzés minősége és a társadalmi elvárás között</u>	5
1.1. Műveltség - szakképzés	5
1.2. A műszaki felsőoktatás társadalmi-gazdasági- kulturális alapjaiban jelentkező problémák hatása a programok készítésére	10
2. <u>Hipotézisek és vizsgált módszerek a gépészmérnöki képzés tananyagának megjavítására</u>	24
2.1. A cél meghatározása	24
2.2. Feltételezések és alapelvek a gépészmérnöki tanterv tervezésében, szakmai szint és képzési szint	27
2.3. A gépészmérnöki szakmai és képzési szint kapcsolata	49
2.4. A szakmai szint és a képzési szint megal- kotásához vezető módszerek	62
3. <u>A szakmai és a képzési szint bemutatása a kon- strukció-szakos gépészmérnök képzésében</u>	67
3.1. Szakmai szint és képzési szint egymáshoz való viszonya fejlődésük vetületében	68
3.2. A gépészmérnök konstrukciós tevékenysége, azaz szakmai szintje	95
3.2.1. A tevékenység elemeinek leírása	95
3.2.2. A gépészmérnöki konstrukciós te- vékenység műveleti csoportjai	107
3.2.3. A gépészmérnöki ismeretek, készségek, jártasságok, képességek a képzés oldaláról	122

3.3. Adalékok a gépszerkesztő mérnöki szakok külföldi képzési szintjeinek egybeveté- séhez	142
4. <u>Tanulságok, következtetések</u>	150
5. Irodalomjegyzék	155
6. Táblázatok, mellékletek	161

Mottó:

"Az anyag vele született belső ereje az az ellenálló képesség, amellyel minden test rendelkezik... Az anyag tehetetlensége az oka annak, hogy minden testet nehéz kimotozni nyugalmi helyzetéből vagy egyenes vonalu egyenletes mozgásából. Ezért joggal adhatjuk ennek a belső erőnek a jelentőség-teljes tehetetlenségi erő nevet is. A test ezt az erőt a valóságban csak akkor fejti ki, ha meg akarjuk változtatni az állapotát, valamely ráható külső erő segítségével...."

I. Newton: Principia ...

A munka módszeres elvégzése folyamán a korábban kitűzött célhoz vezető utat kisebb-nagyobb mértékben módosítanom kellett, nem utolsósorban az időközben tanulmányozott szakirodalmi megállapítások mérlegelése következtében, vagy pedig azért, hogy a vizsgálódásainkból leszűrhető következtetések, eredmények használhatók is legyenek a tananyagtervezés gyakorlatában - reményeink szerint legalább a műszaki felsőoktatásban. Az a meggyőződésünk ugyanis, hogy a legcsekélyebb mértékű megváltoztatása egy túlhaladott gyakorlatnak nagyobb haszon a szakmai oktatásban, mint a mérnöki hivatás ars poetikájától távolálló csillogó, de valójában tulságosan elvont szellemi konstrukció.

1. A műszaki felsőoktatás alapvető problémája: feszültség a képzés minősége és a társadalmi elvárás között.

A disszertációban a műszaki felsőoktatás legérzékenyebb, szakmai és társadalmi körök által legtöbbet bírált problémája tárgyalásával kívánunk foglalkozni: s ez a műszaki felsőoktatás képzési programja, koncepciói, különösképpen a tananyag kidolgozása.

A műszaki ismeretek felsőfoku oktatása - tanulása és tanítása - nem tekint évezredekre vissza, jóllehet a termelés és a háborúk is mindig szoros kapcsolatban álltak és állnak a műszaki ismeretekkel.

1.1. Műveltség - szakképzés

A klasszikus görög gondolkodás szerint az ismeretszerzés nem más, mint az igazság keresése valamely kor eseményei közötti összefüggések világos értelmezése alapján. J. Bowen gondolatmenetét követve /1/ ezt az elméletet a korrespondencia /kölcsonös megfelelés/ elméletének nevezhetjük és uralma általánosnak tekinthető a reneszansz koráig, azt követően ugyanis hatása áttételesebben érvényesült a cél elérése érdekében alkalmazott módszerek változatos megjelenése következtében. A tanulmányozásra érdemes ismeretek köre sokáig nem haladta meg a görög kultúra korában kialakult strukturát, s csupán a reneszansz kialakulásával kapott hangsúlyt az irodalom, a

a költészet és a történelem, illetve még valamivel később a reformáció és ellenreformáció korában a teológia. Mindezen ismeretek elérése, megszerzése eleinte kizárólagosan, a későbbi korokban pedig gyakorlatilag csak az uralkodó rétegek, osztályok számára volt lehetséges és kivihető, vagyis a kiművelt generációkban rendre megújult a műveltség monopóliuma, az uralkodó szerep betöltésének folytonossága.

Huszár /2/ ismert történelmi összefüggések alapján mutat rá arra, hogy - a társadalom szerkezetének szükségleti talaján - a műveltség elismert tartalma mellett kiteljesedett a haszonelvű ismeretek köre /időszámítás, csillagászat, mérés stb./. Ez a reneszánsz idején kialakuló, majd különösen a felvilágosodás korában rohamosan fejlődő természettudományoktól megtevékenyítve egyre hatásosabban támogatta a fejlettebb társadalmakban jelentkező új rend hatalmának alapjait. Az első ipari forradalom kibontakozásával és elterjedésével kialakuló polgári társadalomnak sajátos vonása - és egyben a neveléstudománynak, az oktatás-nevelés gyakorlatának sajátos mozzanata -, hogy iskolarendszerében és műveltségesszményében a maga számára továbbra is egyik vezérlő elvnek fogadta el a lényegében a humaniorák körét képező ismereteket és elsajátítási módjuk fenntartását. E nézeteit és gyakorlatát fenntartotta még akkor is, amikor szükségleteihez mértén bővítette a kiműveltek körét és kialakította a haszonelvű ismereteken alapuló szakképzés kezdeményeit és ezzel a duális közoktatást. Mindez ismét elvezetett a társadalmi elit folyamatos megújulásához annak el-

lenére, hogy idők multán mind a műveltséggeszményben, mind az azt megvalósító nevelésben helyet kellett szorítani a természettudományoknak és azok alkalmazásának.

A vázolt folyamat lényegében a felsőoktatásra is jellemző. A legfőbb eltérés, ahogyan ezt Ladányi Andor /3/ is leszögezi, hogy a klasszikus kapitalizmus idejében az egyetemek három típusa már határozottan megkülönböztethető: a tudományos kutatásra összpontosító, tudósképzést célzó és az előadásos formát alkalmazó németországi; az elsődlegesen szakképzést célzó - és ezért részben a klasszikus egyetemen kívül létrejött - francia, amely a tanár és a hallgató együttes munkáját egyéni, vagy kisebb csoport keretében előtérbe helyezi; az általános műveltség kiteljesítését célzó, hagyományosan egyéni és kis-csoportos tanári-hallgatói együttes munkán alapuló, bevallottan elitképző angol.

Hazánkban a 19. század derekán bekövetkezett önkényuralom hatására az egyetemi oktatási koncepcióra a német minta nyomta rá a bélyegét. Következménye, hogy az oktatói tanszabadság különféle értelmezése és a tanulmányok rendszerbe foglalására irányuló törekvések körüli viták miatt az általános és a szakképzés arányainak a szükségletekkel összehangolt alakítását, a termelési ágak igényelte felsőfoku szakképzés szervezeti, intézményi kereteinek felállítását csak egy évszázad multán sikerült megoldani.

A felsőfoku képzettségre a legújabb korban világszerte kialakult

tömeges igény - amiben alapvető társadalompolitikai okból időben sok országot megelőztünk - az imént vázolt fejlődési vonalat elsősorban azáltal módosította, hogy minden korábbinál sürgetőbben vetette fel új körülmények közepette a szakképzés és általános képzés viszonyának újbóli megfogalmazását.

A felszabadulástól számított harminchat év elegendőnek bizonyult ahhoz, hogy a mai magyar társadalom, a társadalmi tudat befogadja és feldolgozza az évszázad ötvenes éveiben hozott intézkedések nyomán kialakult, illetve teljeskörűvé tett szakmai értelmiségi struktúrát, beleértve az ennek részét alkotó mérnök, a mérnöki személyiség jegyeit.

Napjainkban már nem kíván magyarázatot a mezőgazdasági mérnök, a kertészmérnök kifejezés sem. Ennek hallatára - tapasztalatok alapján - többé-kevésbé minden állampolgár meg tudja mondani, hogy a szóban forgó szakember mivel foglalkozik, miben különbözik a száz év óta ismert gépészmérnöktől. Ilyen tapasztalatszerzésre magától értetődően a társadalmi termelés gyakorlatában van a legtöbb lehetőség. Abban a gyakorlatban, ahol a javak előállításának közvetlen munkafolyamatai valósulnak meg, ahol a folyamatok szervezését, összehangolását, sőt: a gazdasági tevékenység egészének a szigorú intenzitásra törő, napjainkban megkezdett átalakításával egyre inkább e folyamatok tervezését is végzik. A társadalmi tevékenységnek ebből a köréből származik az az igény, hogy - megengedve a konkrét

tennivalók megismerésében nélkülözhetetlen helyi gyakorlat elsajátítását - már a kezdő mérnök is képes legyen a termelés folyamatában reá háruló napi feladatok megoldására, képesítése megszerzésével legyen kész ilyen tevékenységre. Ez az igény kevésbé türi meg az elméleti attitűdöt és az értelmiségi szerepkörből következő műveltségközvetítő, kulturát terjesztő magatartást. Ezen kívül elvárja, hogy a pillanatnyi termelési technológia ismerete, mondhatni a napi termelési körülmények legyen a mérnöki képzés gerince, a képzésben mulhatatlanul szükséges alkalmazási, készségfejlesztési gyakorlati tevékenység pedig feleljen meg az illetén körvonalazott képzési tartalomnak.

Fenti igény nem feltétlenül szubjektív. Erre bizonyos, hogy a vállalati körülmények változásai megszabják a vállalati magatartást. Jó példák erre a felszabadulástól napjainkig eltelt idő szakaszai. Egymást követték a teljeskörű tervgazdálkodás, a kimerithetetlennek tűnt munkaerőforrás szakaszai, a szükségleti csoportok /ilyennek minősítve a felhalmozási arányt is/ arányai szerinti tervgazdálkodás, majd a gazdaságirányítási mechanizmus kényszerű megújítása a szűkülő munkaerőforrások következtében, végül a nyersanyag- és energiafelhasználási költségek gyökeres növekedése miatt bekövetkező törekvés az egyes termékek rentabilitása érdekében. A változó termelési feltételek bármely szakaszában elegendő indokot találunk a vállalati csoport-érdekek között, amelyek a mérnöki tevékenységgel szembeni újabb igényt kiváltják. Kétségtelen azonban,

hogy sem a csoportérdek, sem a képességek, készségek egyszeri hasznosságának abszolút értelmezése nem vághat egybe az egész társadalom igényével sem rövid, még kevésbé hosszabb távon.

1.2. A műszaki felsőoktatás társadalmi-gazdasági-kulturális alapjaiban jelentkező problémák hatása a programok készítésére

Feszültség van a mérnökképzés tartalma és a felhasználó igényei között. A feszültség részben a történeti fejlődésből ered, részben gazdasági érdekből, továbbá társadalmi és csoport-érdek ütközéséből, végül oktatáspolitikai koncepciók konfrontációjából származik.

Ez a feszültség megjelenik az un. naprakész szakember iránti igényben. Az üzemek, gyárak, de lehet, hogy csak felső vezetésük és kevésbé a tervező - szerkesztő - irodák vezetői vagy a művezetők követelik meg, hogy a frissen munkába lépett mérnök vagy üzemmérnök mindent ismerjen, azonnal teljesítményértékben tevékenykedni tudjon. Ez nyilvánvalóan lehetetlen kérés.

Az elvárt képességek /és kifejlesztésük feltételének számító- készség, ismeret, egyszóval a tanítási-tanulási folyamat mozzanatai/ szempontjából kedvezőbbek a társadalmi igény azon oldalai, amelyek a szakmai értelmiség tágabb körében, mintegy általános érvényű hozzaértést várnak. Ilyen jellegű a számítás-

technika alkalmazása a mérnöki tevékenységben, amelynek az eszközökben megtestesülő feltételeit az igény megfogalmazásával egyidejűleg kormányhatározat vette célba. Ugyancsak széleskörű az alkalmazási igény a termelési folyamatok szervezésével kapcsolatban, amelynek azonban a termelői magatartás gyorsult változásai következtében nehézségek a lehetőségei a modellezés terén és - nem lévén klasszikus szerkezetű szervezéstan - lépésről-lépésre meg kell küzdenie azokkal a nézetekkel, amelyek valamiféle elvonatkoztatott szervezési ismerethalmazzal vélik megoldhatni a felsőoktatásban ezt az igényt, holott a "mit szervezünk" ismerete nélkül értelmetlen szervezési ismeretekről beszélni.

Nem lebecsülendők azok a nehézségek, amelyek a társadalom egészséges fejlődéséből származnak és súlyosan befolyásolhatják a műszaki felsőoktatást, következésképpen a képzés programjait is. Feltétlenül utalnunk kell a tömegoktatásra, mely állandóan feszíti a felsőoktatás kereteit, amelynek egyik velejárója - ez egyébként társadalmi érdek is -, hogy azok is továbbtanulásra törekszenek, akik a középiskolában nem mélyültek el kellőképpen a tudományokban.

Megfigyelhető, hogy a szakképzés, különösképpen az ipari-műszaki területeken a felsőoktatás felé tendál. Elég, ha a 60-as években Magyarországon bekövetkezett változásokra gondolunk a felsőfoku technikumok, illetőleg üzemmérnökképző főiskolák előremozgását illetően.

A probléma másik oldala a felsőoktatásban önmagában található. A korábban vázolt, az egyetemi oktatás fejlődésére jellemző folyamatból leszűrhető az a következtetés, hogy az egyetemek - a műszaki egyetemek is - új tanulmányi programok összeállítása, vagy a meglévők felülvizsgálata folyamán két korábban kialakult törekvést képviselnek, többnyire szinte öntudatlanul, spontán módon. Az egyik a tudományosság elvének merev értelmezése. Pl. külön tantárgyba csak azok az ismeretek sorolhatók, amelyek matematizálhatók. A másik elv a kiegészített vagy ujonnan csoportosított ismeretek képzési folyamatban való elhelyezésével kapcsolatos, és a tantárgyak számának indokolatlan növekedésében csúcsosodik ki. Mindkét elv kölcsönhatásban van az oktatásban követett módszerekkel, adott esetben torzítja az oktatási folyamatot, akadályozza a módszerek oldaláról a folyamat megújításának lehetőségét.

A főiskolákat annyiban hasonlóan ítéldhetjük meg, hogy - jelentős multtal nem rendelkezvén - nagymértékben idomulnak az egyetemek hagyományos oktatási folyamatához és bátorságukra vall, hogy gyakorlatiasabb képzési céljuk eléréséhez ma már jelentősen átrendezett tanulmányi programok alapján végzik tevékenységüket. Meg kell jegyezni: a műszaki felsőoktatásban ma sem teljesen elfogadott nézet, hogy a főiskolát végzett üzemmérnök nem alacsonyabb szinten képzett az okleveles mérnök-nél, hanem másra, elsősorban a termelés közvetlen irányítására kiképzett szakember.

Megfigyelhető a mérnökképzésben a szakjelleg és a maradandó értéket képviselő tudományosság, illetve a gyakorlati természetű és az elméleti oktatási jellegzetességek kölcsönös változása. A hallgatói létszám tömegméretűvé válása ugyan felvetett számos, a képzéssel kapcsolatos gondot. A műszaki felsőoktatás egész történetét viszonylag jelentős hallgatói zsúfoltság, időnként a szükséges eszközök, laboratóriumok, stb. súlyos hiánya jellemezte. A felszabadulás után a műszaki egyetemet /később még két műszaki egyetemet/ megtöltő nagylétszámú hallgatóság elhelyezése jelentős területbővítéssel, építkezéssel megoldható volt. A tudományosság és a tantárgy-gyarapító törekvések hagyományának, valamint a társadalmi, szűkebben ipari szükségletek által megkövetelt, naprakészen hasznosítható jártasságok igényének váltakozása tettenérhető a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karának felszabadulás utáni történetében, ahogyan ezt a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karának centennáriumi emlékkönyve bemutatja /4/. Eszerint az újjáépített egyetemen az oktatás lényegileg a háboru előtti tartalommal és módon indult el, miközben a rendkívüli társadalmi szükségleteket a külön intézményként létesített Állami Műszaki Főiskolán végzett szakemberekkel elégítették ki. A képzési programok változtatására ezt követően 1948/49-ban került sor, ennek jellegzetessége a technológiai képzés erősítése, a gyakorlati oktatás intenzívebbé tétele és minőségi fejlesztése, a fejlődő ipar főbb ágazatainak megfelelő szakosítás volt /a villamosmérnökök képzése ekkor még ezen a

karon folyt/. Az ipari termelés igényeinek közvetlen kielégítésével jellemezhető folyamat ekkor bontakozott ki. Az egyre változó ipari fejlesztéshez kapcsolódva nyomon követhető a szakok átalakulása és gyors váltakozása, s e változás tartatatlan voltának első jelei az 1954. őszén elrendelt tantervmódosításban mutathatók ki, /un. tartós tanterv az elnevezésben, minden hallgató hat félév terjedelmű közös képzése, az ipari igények részleges kielégítése a képzés utolsó egy-két félévében ágazati képzés útján/.

A következő az 1961. évi III. törvény alapján elhatározott elvek közül figyelemre méltó volt: a graduális képzésben nincs lehetőség szűk szakosodásra, az egyetem legfőbb célja nem lehet a tudósképzés, az egyetem helyes tudományos szemléletet adjon és fejlessze ki az elsajátított ismeretek önálló alkalmazásának készségét. A kialakított tanulmányi anyag jellemzője az újabb tudományágak megjelenése és a túlfedések csökkentése mellett a - később tulzottnak bizonyult - jelentős gyakorlati természetű foglalkozás. Az ezek alapján megreformált tanterv bevezetése 1963/64-től részben már a hagyományos tantervkialakítás és az ipari szükségletek közötti viszonylagos egyensúly keresése jegyében folyt.

A hatvanas évtized hazánkban a naprakész ismeretek iránti igénynek egy sajátos fellobbanásával jellemezhető, ekkor alakultak meg a felsőfoku technikumok az egyetemi képzés iránti fenntar-

tások és a középfoku képzésben indult ujszerű szakképzéssel szembeni bizalmatlanság jegyében. A felsőfoku technikumok és szakiskolák egy része ma műszaki, vagy egyéb főiskola, nagyobb hányada pedig középfoku oktatási intézmény lett.

A hetedik és a nyolcadik évtized fordulója világszerte a felsőfoku képzést megrázó, de nagyjából társadalmi feszültségektől indított lázadási, felkelési eseményeké. Ezek elültével a felsőoktatás fő kérdéseinek tanulmányozásában, a felsőoktatáson belüli és a vele kapcsolatos társadalmi kérdések megoldására való törekvésekben Európa-szerte határozott fellendülés tapasztalható.

A hetvenes évek elejére - alapjában véve a műszaki főiskolák megjelenése következtében - megérték a feltételei az egyetemi tantervek újabb reformjának. A már tantervi irányelveken alapuló tantervek, amelyekben természetesen figyelembe vették a tudományok további differenciálódásának eredményeit, az elmélet és a gyakorlat kölcsönös viszonyában mégis azt a benyomást keltették, hogy az egyetemeken határozottan tért nyert az elmélet, aránytalanul nagy lett a súlya, mégpedig a konvertálhatónak nevezett ismeretek mennyiségének növekedése miatt. Aligha vitatható, hogy sem szűk szakmai tartományban, sem pillanatnyi technológiai színvonalra nem célszerű hazánkban mérnököt kiképezni. Ennek különös igazolása bontakozhat ki már a VI. ötéves terv idején, mivel az ismert tényezők következtében elhatározott szabályozó rendszer a termelő vállalatokat esetenként gyors termék-, technológia- vagy akár

profilváltoztatásra is kényszerítheti, és ebben nem nélkülözhető az elméleti felkészültség kihasználása.

A kép teljességéhez azonban hozzátartozik a mérnöki tevékenység társadalmi elismerésének problémája is. Közismert, hogy a jövedelmek a különféle társadalmi rétegek között nem mutatnak jelentős különbségeket, jóllehet az adott tevékenységre való felkészülésben, a társadalom érdekében elvégzett munkában, a teljesítményben minőségi különbségek vannak. Ugy is mondhatnók, hogy a jövedelemelosztásban máig erőteljesebb az elvégzett munka mennyisége, semmint minősége szerinti különbségtétel. Bizonytal ebből fakad az a jelenség, amelyet másodlagos elosztásnak neveztek el - ez a jövedelem növelését kiegészítő tevékenységgel és a munkakörön kívüli időráfordítással tette és teszi lehetővé - és amelyből a mérnökrétegek is igyekeznek kivenni részüket.

A tevékenység elismerésének másik oldala az erkölcsi megbecsülésben keresendő, s ebben nemcsak az értelmiség mérnök-hányadyadával kapcsolatban merülnek fel kérdések, hanem számos értelmiségi pálya társadalmi rangjával kapcsolatban is. Ebbe a körbe tartozik - hogy messzebb ne menjünk - a mérnök és a közgazda vállalati vezetésben betöltött szerepének változó megítélése az elmúlt évtizedekben.

Az eddigiek során láthattuk, hogy a mérnökképzés elválasztha-

tatlan egy sor társadalompolitikai kérdés megválaszolásától. Nem tagadható, hogy a műszaki felsőoktatásnak a mindenkori társadalmi termeléssel való kapcsolata, illetve az onnan eredő és képzéssel kapcsolatos problémákra adott válasza meghatározó a végzett mérnökök képességeinek összetételére és minőségére.

Mind a tudományos élettel, mind az iparral való kapcsolat a műszaki egyetemek hagyományai közé számítanak. Ez utóbbi a felszabadulást követő rendkívüli ütemű ipari fejlődés eredményeként úgy módosult, hogy a képzési kérdéseket illetően esetleges, reprezentatív.

A mérnökképzéssel kapcsolatos követelmények, de a problémák is a képzési programokban csomósodnak. Mi sem bizonyítja ezt jobban, mint a BME Gépészmérnöki Karán végrehajtott legutóbbi tananyag- és szakmódosításhoz adott külső észrevételek összesítése. Az általános észrevételek között a vélemények az okleveles mérnök és az üzemmérnök szerepkörére vonatkozó kérdéstől az elméleti tudományok túlságosan nagy és a gyakorlatias tudományok túlzottan alacsony arányának megállapításáig iveltek. A közös tantárgyakkal kapcsolatban adott észrevételek a matematikai ismeretek túlzott arányát, belső szerkezetét /későbbi használhatóságát/, a gépészmérnöki képességeket megalapozó különböző tantárgyi ismeretanyagok egymásköztől és a kifejezetten szakmai ismeretekkel összemért arányát taglalták. A

szakokkal kapcsolatos véleményekben a legkülönbözőbb észrevételek, kívánságok megtalálhatók, még adott nagyvállalat rekonstrukciójával összefüggő igény is.

A képzési programok kimunkálása többoldalu szakszerűséget tételez fel, s ebben minden vezető oktató és valamilyen formában az összes szervezeti egység részt vesz. Többnyire koordináló testület /állandó bizottság/ alakítja ki a tervezeteket, végzi el az egyeztetést. Ebben a tervezési folyamatban rendszerint összeütköznek az elméleti képzés és a speciális képzés felfogásában eltérő nézetek, az intézmény belső strukturájából következő érdekellentétek a tantárgycentrikus szemlélet - minél több tantárgy legyen! - keretében, és rányomja bélyegét erre a szakaszra a hallgató- és oktatólétszám egyenes összefüggése. Megállapítható, hogy a kari tanács elé terjesztés idejére a legfontosabbnak tartott arányok, az általánosan elfogadott és az erőviszonyoknak megfelelő ismeret-csoportok kialakulnak. Ennek alapján a bizottságok elvégzik a tervezeten az utolsó simításokat és - a jelenlegi rendnek megfelelően - végleges döntésre alkalmas javaslatot terjesztenek az egyetem tanácsa elé.

A tanítási-tanulási folyamat önmagában feltételeket támaszt a képzési programokkal szemben. Hadd hivatkozzunk már ismert megállapításra! MacKenzie és társai könyve /5/ szerint a tanítási-tanulási folyamat, de különösen az oktatási módsze-

rek ujitását gátló "okok közül néhány egyetemi vagy szakmai megfontolásból ered, néhány csupán abból következik, hogy nem ismerik vagy gyanakvással fogadják az egyetemi oktatás alternatív lehetőségeit. De mindezek az okok közrejátszottak abban, hogy az egyetemek megdöbbszentő módon elhanyagolták azoknak a módszereknek a vizsgálatát, melyeket az oktatók a tanítás, a hallgatók a tanulás során ténylegesen használnak." A szerzők erre nézve számos példát sorolnak fel.

Ugy tűnik tehát, hogy a műszaki felsőoktatási intézmények képzési programjának tervezési stratégiája erőteljesen hagyományos jellegű, mert nem veszi figyelembe az elmúlt évtizedek folyamán feltárt tervezési eljárásokat, számítógépes feldolgozási módszerek nyújtotta lehetőségeket. A tervezésben követett gyakorlat az intézmény érdekeinek és a belső érdekviszonyoknak megfelelően egyoldalú, kissé merev, mert a homályosan, nem pedagógiai nyelvezettel leírt objektív társadalmi igényeket kevésbé hajlandó elfogadni, vagy éppen a belső érdekekkel szemben a programokban megvalósítani. A tervezés gyakorlata ezen felül az oktatási-tanulási folyamat egészének számbavétele híján eleve feszültségekkel terhes, amit az utóbbi évtizedben a hallgatói érdekképviselő részéről fel-felvetett terheléscsökkentő törekvésekben kitűnően ki is használnak.

Az új képzési program tervezésének, vagy valamely korábban bevezetett program felülvizsgálatának menete főbb vonalaiban

eléggé közismert. A tervezési, módosítási folyamat a képzési célok meghatározásával vagy elemzésével indul, ebben a fázisban meghatározók a képzésről vallott alapelvek, valamint a képzési programot kiváltó szükségletek /pl. a korábban bemutatott, az iparfejlesztéssel szorosan összefüggő szakváltozások igénye/. A tantervek kialakításában elfogadott, a tantárgyak számának növelésére törekvő szemlélet egyszerűsíti a képzési célnak megfelelő ismeretek rendezését.

A képzési programok tervezésében kialakult gyakorlat elemzése arra enged következtetni, hogy - nem hagyva figyelmen kívül az ipart, a termelést képviselő személyiségek akár közvetlen részvételét is a programok tervezésében - ez a tervezési mód több bizonytalan tényezőt tartalmaz. Először: a mérnöknek a társadalmi termelésben való megjelenésekor objektíve szükséges, hosszabb távon is kívánatos képességeit bizonytalan és esetenként szubjektív közelítéssel határozzuk meg. Másodszor: a képzési program megszerkesztésében elkerülhetetlen érdekviszonyok eredetüknél és működési mechanizmusuknál fogva csoportérdekeket tükröznek, ezért elhomályosul az egész társadalom érdeke. Harmadszor: a programok tervezése objektíve csoportmunka eredménye és a végleges tervezet magán viseli a sokoldalú egyeztetés kompromisszumos jegyeit. Mindezek zavarják a program-tervezés tudományosságának érvényesülését.

A kialakult gyakorlat szerinti képzési program - ha mégoly op-

timálisnak is tartható - az említett jegyeken kívül is ki van téve annak, hogy a képzési célok és a társadalmi valóság - elméletileg - leghamarabb egy képzési ciklus elmúltával találkoznak, ütköznek, vagy eltérnek egymástól. Valójában a programok "mérnöki tevékenységekben mért" beválása jóval később mérhető.

Az irányító körökben a felsőoktatás egyéb jelenségeivel összefüggő helyzetről is kialakult viszonylag hű kép. Az irányítással foglalkozók legfőbb gondja mintegy integrálja az állapot-elemzésből leszűrt tapasztalatokat és - figyelemmel a társadalompolitikában követendő utra - végeredményben a társadalomtervezés oktatási oldalának tervezésében fogalmazható meg.

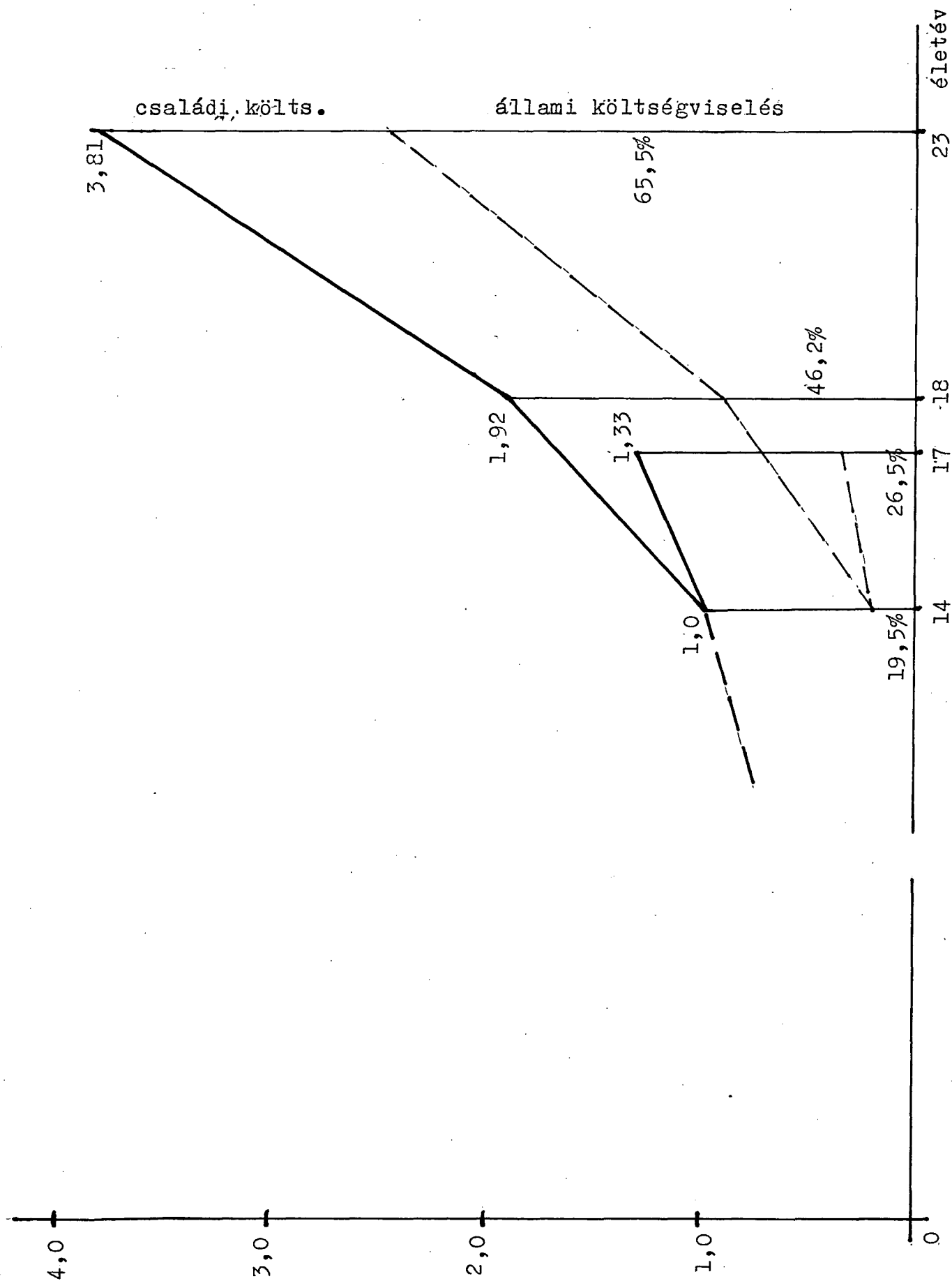
Ebből következően a szakemberképzés távlati tervezésének megoldására, a felsőoktatási rendszer belső arányainak, területi megoszlásának, anyagi ellátottságának, egyszóval: optimális működésének, az ehhez szükséges feltételek meghatározásának érdekében végzett elemzésekkel, vizsgálódásokkal találkozhatunk. Ujabbkeletü - más országokban már valamivel előbbretartó - felismerés alapján kezd tért hódítani az oktatás gazdaságosságának gondolata, amely - elnevezéséből kitűnően - hazai társadalmi viszonyaink között rendkívül különös gazdaságtani problémásort rejt magában. A szakirodalomban ezzel Kovács János tanulmánya /6/ foglalkozik és az általa közölt adatokat dolgoztuk fel az 1. ábrán, amelyből az általános iskolán felüli

összes képzési költségnek az általános iskolaihoz viszonyított növekedése, valamint ezen belül az állami és a családi költségviselés aránya olvasható le.

Részben a fentebb említettekkel függött össze a képzési időtartam kívánatos optimumának vizsgálata, amelyre a mindkét fő társadalmi forma országaiban előforduló, a képzési időt csökkentő törekvések készlettek.

Az ilyen elemzések, vizsgálatok, gondolatok végeredményben a társadalomtervezés alapproblémájának megoldását hivatottak elősegíteni. Az egész iskolarendszer tervezéséből a bennünket közelebbről érdeklő felsőoktatást illetően a hazai társadalmi feltételeknek megfelelő, a képzési ráfordítások és időtartam gazdaságosságával összhangban álló, s mindemellett rugalmas és ezért egészében véve optimális képzés kialakítását segítik elő.

A képzés egy főre jutó összes költsége



1. ábra

2. Hipotézisek és vizsgált módszerek a gépészmérnöki képzés tananyagának megjavítására

Lénárd Ferenc híres könyvében /7/ a problémák természetét vizsgálja. Felfogása szerint problémahelyzet akkor áll fenn, ha egy feladat eredményét, egy folyamat kezdő- és végállapotát, egy feltételezés zárótételét ismerjük, de nem tudjuk az eredményhez vezető utat, módszereket, vagy éppen algoritmusok sorát.

Már utaltam arra, hogy az oktatási irányító hatóságnál tantervek, tantervi irányelvek, programok alkotásában vettem részt. Végigéltem az előkészítés, a lappangás, a megvilágosodás és az igazolás szakaszait. Lassan teljesen világossá vált - empirikusan előttem is -, hogy jóval könnyebb a tantervi bizottságnak megfogalmaznia az új tanterv fő jellemzőit, mint részleteit, még inkább a tanterv lépéseinek, tartalmának bizonyítását elvégezni.

2.1. A cél meghatározása

A tantervi bizottság meditációi során egyik legproblematisabbnak bizonyult a cél meghatározása. Esetünkben azt kell újrafogalmazni, meghatározni vagy egyszerűen köznapilag kijelenteni: Ki a mérnök? Ki a gépészmérnök? - és milyen legyen a mérnök képzésének programja?

Noha a felsőfokon képzett műszaki szakember csak a múlt szá-

zadban jelenik meg, a társadalmakban a mérnöki szerepet betöltő személyiséggel már az ókorban is találkozunk, elsősorban az építészet, a bányászat, valamint - nem jelentéktelen mértékben - a hadászat és a vele összefüggő tevékenység területén. Nem tekinthetjük véletlennek, hogy a mérnök legáltalánosabban elterjedt és módosulásaiban a ma is beszélt nyelvekben fellelhető elnevezése - mégpedig nagy valószínűséggel a nemzeni, teremteni /geno, gigno/ latin igéből, illetve a hajlam, képesség, alkotóerő /ingenium/ főnévből - abban az időben alakult ki, amikor még univerzális személyiséget jelölt. A mérnök szó minden bizonnyal magyar, nyelvújításbeli eredete pedig a 18. században jellemző ingatlanfelmérései, építési kitűző, azaz szemmel láthatóan méréssel járó tevékenységet tükröz.

A mérnök számára csak a 19. században, az ipari forradalom kiteljesedésével nyílik lehetőség a társadalmi termelésben való tevékenységre - az új technika feltalálójaként, megalkotójaként - és akkor fejlődik ki felsőfoku képzése is.

Révai Nagy Lexikona /8/ szerint: "Mérnök, minden olyan ember, aki a technikai tudományok alkalmazásával foglalkozik s erre képesítést nyert. Mivel a technikai tudományok alkalmazása mindig 1. adatgyűjtés /telekmérés, vízmérés stb./ egyrészt gyakorlati adminisztráció részére, másrészt létesítmények előtanulmányai végett, 2. különféle építmények létesítése: azért a mérnök sokféle szakmában fejtheti ki tevékenységét... van... gépészmérnök, aki gépek tervezésével, előállításával és al-

kalmazásával foglalkozik...." /XIII. köt. 641. lap/.

A termeléssel összefüggésben betöltött mérnöki funkciók
nyilvánvalóan történelmileg bontakoztak ki.

A vállalati keretekben szervezett termelési folyamat műszaki alapjai minden bizonnyal a kézműves munkafolyamatok átvételével indultak további fejlődésnek és későbbi szakosodásukat a munkás sokoldalú tevékenysége vezette be. Tanulságos gondolatmenetet mutat be erről Bertalan László /9/ megállapítván, hogy a vállalati méretű termelési folyamat a kézműipari műhelytől már kezdeti időszakában a nagyobb létszámú munkaerő, valamint ennek bérmunkás jellege következtében határolódott el. A vállalati méretű termelés további fejlődése viszont magában a termelő munkafolyamatban bekövetkezett változások /munkamegosztás, szerszámszakosodás, erőgépek alkalmazása és ezzel újabb anyagok megmunkálási lehetősége, majd a szabványosítás és tipizálás, később a sorozat-, illetve ezt követően a tömeggyártás elterjedése/ következtében lépett minőségileg új állapotokba.

Nyilvánvaló, hogy a termelési folyamat eme fejlődési szakaszai a kezdeti munkavezetői, majd művezetői feladatköröket egyre inkább tágították és a legkorábban önállósult, a forgalommal /anyagbeszerzés, árueledés/ összefüggő számviteli tevékenységet követően nemcsak az eseti /feltalálói, üzembehelyezői/ mérnöki szintű tevékenységre nyílt lehetőség, hanem magában

a vállalati feladatmegosztásban is - elsősorban a karbantartás és javítás önállósult területén - kialakultak ennek feltételei. Innen kezdve felgyorsult a tevékenységi körök további szakosodása, amit a gyártmányszerkesztés, majd az üzemvitel, üzemfenntartás és a termeléselőkészítés önállóvá válása jelez. Az önállósult és mérnök nélkül már elképzelhetetlen tevékenységi területek további specializálódása vezetett az önálló tervező vállalatok, a kutatóintézetek, a beruházó vállalatok kialakulásához. Nem nehéz belátni, hogy a vázolt fejlődés vonulatában megteremtődtek a termelés társadalmi méretei alapján a szakosodott mérnöki tevékenység iránti objektív igények, ennél fogva a jellemző mérnöki szakirányon /pl. gépészmérnök/ belül a specializált /pl. gépszerkesztő/ képzés igénye.

2.2. Feltételezések és alapelvek a gépészmérnöki tanterv tervezésében, szakmai szint és képzési szint

A hazai műszaki felsőoktatás közel négyévtizedes, legújabb története alapot ad annak feltételezésére, hogy a mérnökképzésre ma már kevésbé jellemző a képzés minden mást figyelmen kívül hagyó autonómiája, gyakran a valóságtól elszakadt volta, mint a század első felében. A mérnökképzésben ugyan mindig hangoztatott elv volt a termelés, a vállalkozás igényeinek való megfelelés, rendszerint a nemzetközi kitekintésből táplálkozó, legalább az európai egyetemekkel azonos képzési színvonal tartásának igényével párosulva, más kérdés azonban, hogy ez mennyiben valósult meg.

Az egy oktató által is belátható történelmi távlatban átélt /mert közreműködésével készített/ tananyagkialakítási folyamatban, annak technológiájában és részleteiben jelentős tapasztalatok halmozódtak fel, s ezek könnyen hasznosíthatók, mind az alap-, mind pedig a kiegészítő, a posztgraduális képzés tananyagának tervezésében.

A napi oktatási gyakorlat és az egyetemi közéletben való részvétel még azokban az oktatókban is kialakítja a tananyag optimalizálási lehetősége iránti nyitottságot /látván a képzési folyamat szervezettségének, a hallgatók terhelésének, teljesítő-képességének állapotát, jellemzőit/, akik egyébként nem jutottak, vagy jutnak hozzá, hogy tananyagkialakítási vagy korszerűsítési munkálatokban részt vegyenek.

Alapvető feltevésünk szerint minden társadalomban a bővített társadalmi ujratermelésnek megfelelő szakemberképzés elvileg megteremthető, vagyis kialakítható a szakmai képességeknek olyan strukturája, amely munkavégzés keretében a javak előállításában nemcsak a folytonosságot, hanem a fejlődést is lehetővé teszi. A mérnök társadalmi szerepéből és végzettségéből eredően a felsőfoku szakemberképzésben természetesen vetődik fel az értelmi-ségi jellegből következő, nem szakmai természetű műveltség és képességek, ez azonban részleteiben túlmutat a témánkon, ezért lényeges összetevő szerepére tett utaláson túl nem megyünk.

Előbbieket konkrétan fogalmazásban azt jelentik, hogy a gépészmérnök esetében a gépipari, a különböző népgazdasági ágakban a gépészmérnöki tevékenységet is igénylő termelési vagy működési folyamatokban meghatározott szerepet játszó illetően mérnöki működés jellegzetes paraméterei legalább elvben meghatározhatók. Az ilyen tevékenység lényegét tekintve szakmai képességeket tételez fel, ezért a szakképzésben ez utóbbiak a képzés céljával esnek egybe.

Ahhoz, hogy a feltevés szerinti megoldást kialakítsuk két követelménycsoportot kell szemügyre vennünk. Ezek részint a társadalmi termelési folyamatnak a mérnöki tevékenység meghatározása érdekében végzett elemzésével, a termelési folyamatban meghatározott feladatkörök leírásával, részint pedig a műszaki felsőoktatási folyamat sajátosságainak számbavételével kapcsolatosak.

A szocialista társadalmi rendben honos, a gazdaság - és egyre inkább az egész társadalom - fejlesztésével kapcsolatos tervezési eljárás, gyakorlat lehetővé teszi a képzett szakemberek - esetünkben mérnökök - aktív szakmai és társadalmi tevékenységének becslését. Ezen kívül a megállapodott vállalati termelésben régtől fogva ismert és alkalmazott a feladatkörök, a tevékenységi területek leírása. Ezek némelyik fajtáját korábban főhatósági utasítás foglalta általános szabályok keretében /pl. a konstrukciós tevékenységet illetően/. Miután a társadalmi

termelési folyamatok változása történelmi léptékben vizsgálva jellegzetesen evolúciós természetű, számos jelentős mennyiségi változás, belső szerkezetre jellemző folytonos aránymódosulás következtében válik minőségileg eltérő, új strukturává. Ebből következően a mérnök széles értelemben vett társadalmi tevékenysége jelentős mértékben hagyományosnak nevezhető vonásokkal rendelkezik. Bizonyítéknak tekintjük ebben a tekintetben, hogy valamely társadalmi termék iránti szükséglet felismerésétől a fogyasztásig terjedő időtartamban lezajló folyamat alapvetően tervezésből, elkészítésből és forgalomba hozatalból tevődik össze.

E fázisok mindegyike a lényegét tekintve hagyományosnak nevezhető, amennyiben mindegyik rendszerint meglévő, szükséges és meghatározott sorrendben alkalmazott részműveletek összességéből áll. Ez a körülmény nem zárja ki, hogy egyes műveletek ne legyenek vadonatújak, az elkészítés technológiája /vagy annak egy-egy része/ ne legyen addig még nem alkalmazott eljárás, vagy a technológiai műveleteket végző gépek, berendezések ne legyenek szokatlan szerkezetűek vagy soha nem látott teljesítményre képesek. Az ilyen természetű újdonságok lehetnek /és lesznek is/ a kiindulópontjai, kiváltói az adott folyamat és az abban résztvevő emberi munka későbbi minőségi változásának, megtestesítve a tudományos és technikai fejlődésnek azt a vonását, amely a kiváltó okok sorában előkelő helyre teszi az ember és a /tágabban értelmezett/ természet szükségletet ki-

elégítővel való találkozását, pontosabban a munkát és a munka eszközét. Feltételezzük, hogy a hosszú idő óta tervezett tananyag és a társadalmilag elvárt tevékenységfajtákat meghatározó ismeretek, jártasságok, készségek és képességek viszonylagos összhangban vannak. Ha nem így lenne, a mérnök képtelen lenne ellátni feladatát. A tevékenység részben megmutatja a munkaerő felkészítésének tartalmát, szintjét.

A tudományos és technikai fejlődés tapasztalható gyorsulása mind a mérnöki tevékenység, mind pedig az előfeltételül szolgáló ismeretek és képességek oldalán le nem becsülhető többletigényt is támaszt a hagyományos hányad mellett. Ennek tartós elhanyagolása a műszaki felsőoktatásban könnyen vezethet a képzés és a termelés közötti szakadáshoz. Bár meg kell jegyezni, hogy a többletigénynek esetenként és részben nincs fedezete a termelési szférában. /Ennek egyik oka, hogy az üzemek országon belül is különböző fejlettségi szinten vannak./

A mérnöki tevékenység részben az önmegvalósítás megújításának fogható fel, amely közben azon képességek fejlődnek ki, amelyek pályamódosításra, illetve más esetben további ismeretek elsajátítására és újabb képességek fejlesztésére nyújtanak alapot. Ez részint a legszűkebb értelemben vett szakmai tevékenységgel, részint a legáltalánosabb elméleti ismeretekkel áll kapcsolatban és lényegét illetően szakmai rugalmasságot jelent.

Mindez a társadalmi termelési folyamatnak a mérnöki tevékenységet meghatározó oldala és alapvető feltevésünk érvényre jutásának egyik összetevője. Miután azonban a tananyag összetétele, strukturája az elsajátításnak csak az egyik feltétele, mert a kialakított képességek céljának elérése érdekében optimálisnak megállapított ismeretstruktúra önmagában csak lehetőség az erre alapozott mérnöki tevékenységekre, elengedhetetlen az oktatási folyamatnak és környezetének elemzése.

Mindenekelőtt a felsőoktatás szerkezetével kapcsolatos szemléletváltkozás szükséges voltára gondolunk. Arra, hogy a képzési folyamat a vele foglalkozók tudatában ne egyszer megszerkesztett és ezzel megoldott jelenségként foglaljon helyet, hanem a képzés céljához vezető utak alternatíváinak, rugalmas megoldási lehetőségek csoportjának tekintsék, amelyben helye lehet a különböző intézmények közötti munkamegosztásnak és együttműködésnek.

Mulhatatlan magának az elsajátítási folyamatnak, a tanítás-tanulás cselekvési kölcsönhatásnak a lehető tudományos alkalmazása, illetve a képzési cél szolgálatára való rendelése. A neveléstudomány történelmi tapasztalatai megengednek bizonyos mértékű általánosítást, amely a felsőoktatás sajátos körülményei közepette is hasznosítható. Ilyennek tekintjük az értelmi neveléssel kapcsolatban kialakított általános pedagógiai cél- és

követelményrendszert, alkalmazva a felsőoktatásban elsősorban közreműködő hallgatói korosztályra.

Az oktatási folyamat számításba vételének szükségére utaljon még a Budapesti Műszaki Egyetemről vett alábbi példa, amely csupán az oktatási rend módosításából áll:

Oktatási rend	Régi /1977./		Új /1979./	
Szorgalmi időszak /hét/	14		16	
Vizsgaidőszak /hét/	7		5	
Heti össz.munkaidő /óra/	48		48	
Félévi össz.munkaidő /óra/	1008		1008	
Órarendi órák száma /óra/hét/	36		28	
Órarendi munkaidő /óra/f.év/	504	50 %	448	44 %
Otthoni munkaidő /óra/f.év/	168	17 %	320	32 %
Vizsgára készülés /óra/f.év/	336	33 %	240	24 %

A példából következik, hogy az órarendi órák számának /órarendi munkaidőnek/ és a vizsgaidőszakra jutó munkaidőnek az együttes csökkenése az egyéni tanulásra fordított idő jelentős növekedésével jár együtt. Ez a körülmény pedig nyilvánvalóan nemcsak bizonyos órarendi órák tartalmának változásával, hanem az egyéni tanulást befolyásoló eljárások megváltoztatásával, mondhatni a tananyag újra elemzésével kell, hogy együtt járjon.

A társadalmi termelésben játszott szerep, illetve a szakértelem mibenlétének körvonalazása érdekében mindenek előtt a termelési

folyamat /ilyennek tekintve a javak előállításával nem közvetlen kapcsolatban álló folyamatokat is, mint pl. a szolgáltatást, sőt akár a kulturális és művelődés terén kimutatható folyamatokat és jellemző társadalmi munkamegosztást/ és a benne kifejtett, szakértelmet tükröző munka jellemzőiből, más szavakkal a termelési folyamat és a szakember viszonyából kell kiindulnunk.

Erre vonatkozóan nyilvánvaló, hogy a termelési folyamat szerves részét képező emberi munka tartalmában jelentős különbségeket fedezünk fel aszerint, hogy azt szakmunkástól, munkások csoportjának irányítójától, termelési részlegek vezetőjétől, nagyobb termelőegységek irányítójától, vagy a közvetlen termelésben kimutatható munkamegosztás alapján egyéb, mindenképpen sajátos munkát végzőtől származik.

Ezen kívül mind a legszűkebben értelmezett termelési folyamatban, mind pedig annak környezetében számos olyan, jól meghatározható tevékenységi kört találhatunk, amely a társadalmi munkamegosztás korunkban jellemző differenciálódása következtében a javak előállításában közvetlen szerepet szemmel láthatóan nem játszik, annak azonban - több-kevesebb áttétel révén - végső soron nélkülözhetetlen része. Jó példának tűnik az ilyen tevékenységi terület jellemzésére a műszaki rajzoló, a munka szervezését és folytonosságának fenntartását végzők /utóbbi esetben pl. a karbantartók/ munkája.

Az itt vázolt áttekintésből látszik, hogy a kor színvonalára jellemző társadalmi munkamegosztásból a javak előállításában megtestesülő szakértelem, az azt hordozó szakember és a termelési folyamat kölcsönös kapcsolatának bonyolult rendszerével állunk szemben. Ez a rendszer azonban strukturált, benne a viszonylatok elemzésével véges számú, a szakértelemre jellemző esetre lehet jutni.

A szoros értelemben vett korszerű szakértelem alapvető jellemző jegyeit a társadalmi termelésben kifejtett tevékenység alapján kísérelhetjük meg vázolni.

Nézetünk szerint az egyik alapvető vonás, hogy a társadalmi munkamegosztás keretében kifejtett, hozzáértéssel végzett munka - jellege révén - közvetlen, vagy különböző mértékben közvetett része a javak előállításának. /Ez egyben azt is jelenti, hogy a szakértelemmel végzett munka objektív szükséglet, az egyén számára - ha az adott társadalom tagja kíván lenni, maradni - csupán a konkrét közreműködői tevékenység fajtájának megválasztása nyújt alternatívát./ A szakértelem alapján kifejtett tevékenység másik alapvető vonása, hogy - a munka társadalmi jellege következtében - ez a tevékenység szükségképpen társadalmi jellegű, vagyis része a társadalmi munkamegosztásnak. Általában nem egyedülálló, hanem a társadalom valamely rétegében körülhatárolható embercsoport jellegzetes tevékenysége /szakmája, hivatása, munkaköri besorolása/. A szakértelem-

mel végzett munka harmadik alapvető jegye abban áll, hogy az így kifejtett tevékenység szükségszerű.

A szakmai szint

Mindeddig szakértelemmel végzett munkáról, szakszerű tevékenységről beszéltünk, holott ez nem más, mint a szakmai szint fogalma. Ismereteink szerint a szakmai szint századunk közepe táján lett ismert és használt fogalom, akkor, amikor a szakmai képzésben a korábbiakban soha nem tapasztalt differenciálódás, másfelől pedig: a társadalmi termelésben eladdig ismeretlen mértékű, újabb feladatmegosztás be nem következett.

Hazánkban a szakmai szint fogalmának használata talán legkorábban a szakmunkásképzésben terjedt el. Ismerteti Göndöcs Károly /10/. Egyik legkorábbi alkalmazása a szakmunkásképzésben a mechanikai műszerész szakma új típusu tantervében található /11/. Ebben a szakmai szintnek szentelt bekezdésben - egyebek közt - a következők vannak: ahhoz, hogy mit kell a tanulóknak elsajátítaniuk

"az első kiindulási alapot a szakma munkaterületének meghatározása szolgáltatja. A munkaterület rövid és tömör fogalmazásban meghatározza a szakma tevékenységi körét és a hozzá tartozó jellemző szerkezeteket és gyártmányokat. Továbbá megadja az ezek előállításával és szerelésével kapcsolatos technológiai folyamatok jellegét, oly módon, hogy a szakma elhatárolható legyen a rokon szakmától.

A munkaterület által körvonalazottakat részlete-
sebben a szakmai szint fejti ki. A szakmai szint
kettős célt szolgál. Egyrészt kijelöli azt a
szakmai gyakorlati és elméleti ismeretanyagot,
továbbá azokat a jártasságokat és készségeket,
amelyre az adott szakma dolgozóinak szakmájuk gya-
korlása közben szükségük van. Másrészt megszabja
azokat a követelményeket, amiket a szakmunkásvizs-
gáztató bizottságok a szakmunkásvizsgán a tanulókkal
szemben támaszthatnak és ezzel megjelöli azt a kép-
zésen belül elérhető végcélt is, ahova a tanterv
megvalósítása által lehet eljutni.

A szakmai szint két részre tagozódik:

- a/ Szakmai gyakorlat követelményei cím alatt a
szakmai gyakorlatok anyagát adja meg, megjelöl-
ve azt, hogy mit kell jártasságig és készségig
fejleszteni;
- b/ Szakmai elmélet követelményei cím alatt az elmé-
leti oktatás szakmai anyagát jelöli meg tantár-
gyanként, ezen belül főbb főbb fejezetekre bont-
va az anyagot.

A szakmai szint alapját képezi a szakma tantervének
is." /i.m. 5. lap/.

A hazai szakoktatásban széles körben ismert L.B. Ityelszonnak A középfoku szakoktatás metodikája című műve /12/. Számosan az ő hatásának tulajdonítják a szakmai szint fogalmának hazai elterjedését is. Legjobb ismeretünk szerint állíthatjuk, hogy sem ebben, sem másik, a matematikai és kibernetikai módszerek pedagógiában való alkalmazásával kapcsolatban sokat idézett könyvében /13/ a szakmai szint explicit kifejezését nem használja. Tárgyalásmódja azonban megfelel a szakmai szint értelmezésének. Külön fejezetet szentel a szakmai tevékenység munkatartalmának és ennek bevezető szakaszában a termelői tevékenység egyik vonásának azt tartja, hogy "fogyasztói értéket /javakat/ termel". Majd pedig: "A termelőtevékenység tudatos célszerűsége alkotja a termelőmunka másik leglényegesebb vonását." Továbbá: "A munkás termelőtevékenységének célját és tartalmát a termelési folyamat lényege és a termelési folyamatban való részvételének jellege határozza meg". /16.lap/

A szakmai szint mibenlétének további megfogalmazásával találkozhatunk Székely Endréné és Szokoloszky István közös munkájában /14/:

"A szakiskola nevelési célrendszerében centrális helyet foglal el a szocialista nagyüzemi termelés valamely ágában és munkaterületén végzendő teljesítményképes szakmai munkatevékenység elsajátítása, növendékeink általános és szakmai fejlődésének biztosítása."

Majd később: "A műszaki szakember munkatevékenységének célját, tartalmát és strukturáját annak a termelési folyamatnak a célja, tartalma és strukturája, műszaki és pszichológiai strukturája határozza meg, amelyben részt vesz, konkrét feladatait pedig részvételének jellege: az, hogy tevékenysége döntően a termelési folyamatot tervező, szervező, illetve irányító, vagy döntően a technológiai folyamatot közvetlenül levezető tevékenység. A munkaterület rövid, tömör megfogalmazásban tartalmazza a szakmai tevékenységi gyártmányokat, termékeket. Megadja továbbá az ezek előállításával és szerelésével kapcsolatos technológiai folyamatok jellegét oly módon, hogy a szakma elhatárolható legyen a rokon szakmáktól." /108. lap/

A Pedagógiai Lexikon /15/ a szakmai szintet a következőképpen határozza meg:

"Szakmai szint: a termelési gyakorlatban a különböző szakemberek iránt támasztott munkaköri igények összessége. Magában foglalja az általános és speciális elméleti és gyakorlati tudással, a testi állapottal, az általános és speciális képességekkel, valamint a személyiség dinamikus tulajdonságaival szemben támasztott követelményeket. A szakmai szintet alapvetően a termelőerők fejlett-

sége határozza meg azokkal a termelési viszonyokkal együtt, amelyek közt ezek az erők érvényre jutnak." ... /134. lap/

A műszaki felsőoktatásban a tanulmányi anyag kiválasztásával kapcsolatos vizsgálódásaink keretében szükségképpen merült fel a szakmai szint meghatározásának igénye, ezért is terelődött figyelmünk a fogalom eddig kialakított meghatározására, definíciójára. A témánk kifejtéséből eredő szükséglet a meghatározások érzékeny elemzését követeli tőlünk.

A szakmunkás szakmai szintje vonatkozásában az idézetek nézetünk szerint helytállóak, miután kivétel nélkül helyesen fogták fel a javak előállítását /fentebbi állításunk szerint még a nem közvetlenül termelő jellegű, de konkrét munka hozzáadásával járó/ folyamatában részes szakértő munkavégzés lényegét, az ennek adekvát képességek iránti szükségletet. Ezen a ponton kezdődik hiányérzetünk. Ugyanis, ha hiven kíséreljük meg tükrözni az emberi munkának a társadalmi termelési folyamatban előforduló sokféleségét /még közel azonos szinten is/ és lehetséges, különböző mértékű közvetett kapcsolatát a javak konkrét előállításával, akkor a korunkban jellemző munkamegosztásból a szakmai szinteknek legalább kétdimenziós sokaságához jutunk. Az egyik dimenzióban a termelésben közel azonosan konkrét részvétel sokfélesége található, mégpedig nem is elsősorban a szakmák sokfélesége miatt, hanem a munka konkrét kifejtéséhez

szükséges felkészülés mértéke következtében. Erre gondoltunk, amikor a konkrét fizikai munka megnyilvánulási formái alapján taglaltuk a szakmunka, a karbantartó munka, a műszaki rajzoló munka stb. közel azonos jellegét. A másik dimenzió a társadalmi jelzővel kiegészített termelés értelméből következik, miután az ilyen megfogalmazás megengedi a javakat közvetlenül elő nem állító fizikai /és esetleg szakértelmen alapuló/ konkrét munka szakmai szintjének megállapítását.

További fenntartásunk azon alapul, hogy minél inkább távolodunk a konkrét fizikai munkától, annál kevésbé alkalmasak megfogalmazásaink az adott esetre érvényes szakmai szint megírására. Ugy is mondhatnók, hogy ahogy távolodunk a konkrét fizikai munka szintjétől a társadalmi termelés hierarchiájában, annyira nehezül meg valamely adott szakmai szint megfogalmazása. A leginkább szembetűnő ez a hiány a felsőfoku képesítésű szakemberek szakmai szintjével kapcsolatban. Ezen a körülményen igyekezett segíteni - megítélésünk szerint - a lexikonbeli címszó szerinti meghatározás, amikor a szakmai szint fogalmát a korábbiakhoz képest jónéhány jellemzővel tagította.

A szakmai szint meghatározásának lehető adekvát mivolta nézetünk szerint abban leli jelentőségét, hogy elvileg jó lehetőséget nyújt-e mind az összehasonlításra, mind pedig a sokoldalú alkalmazásra, felhasználásra. Témánk szempontjából természetesen az oktatásban való felhasználásra gondolunk

elsődlegesen, de kívánatosnak tartjuk a szakmai szinten alapuló munkaköri leírások termelésbeni alkalmazását, valamint a társadalom fejlődésének tervezése szempontjából korántsem közömbös pályatükrök megalkotásának lehetőségét.

Az eddigiek alapján a szakmai szint alábbi általános definícióját alkalmasnak tartjuk arra, hogy a vázolt sokoldalú követelményt kielégítse. Eszerint: A szakmai szint a társadalmi munkamegosztás valamely fokán objektíve létező tevékenység-rendszer, amely a társadalom önmegújítását szolgáló termelési vagy azzal összefüggő szükségletet fejezi ki.

A szakmai szintnek az oktatásban való felhasználása elengedhetetlen, mert az ebben foglaltak, a képzés céljával közvetlen összefüggésben vannak. A szakmai szint oktatásban való figyelembe vételének - hasonlóan ahhoz, amit a korszerű szakértelem alapvető jellemzőivel kapcsolatban körvonalaztunk - ugyancsak meghatározhatók azok a jegyei, amelyeket a figyelembe vétel adekvát jellemzőinek nevezhetünk.

Elsőnek kínálkozik az a megállapítás, hogy a szakmai szintben mindenkor az emberi munka kifejtésével szoros kapcsolatban álló, azt lényegében meghatározó képességek, készségek, jártasságok és ismeretek is megtestesülnek. A másik alapvető jellemzőnek itt azt tekinthetjük, hogy az említett készségeket /vagy szerényebben jártasságokat/ a munkát végző emberben individuális

jellemzőként kell előzetesen kialakítani. Ez elvileg ugyan lehetséges az ősi szakmai hagyományozás empirikus útján is, az emberi társadalomban azonban ez az út már régtől fogva kiegészítő szerepre zsugorodott a célszerűen létrehozott iskolák, képző intézmények mellett. Az egyes személyekben kialakított képességek ennél fogva valamiféle átlag eredményeként alakíthatók ki, jelentős szórással ezen átlag körül. Ez a körülmény érthetővé teszi, hogy a képző intézmények és a társadalmi szükségletek között, illetve a képzési folyamaton belül időről-időre ellentmondások, de legalább a hatékonyság tekintetében ellentmondások keletkeznek. A képzési helyek működésében mutatkozó inercia, tehetetlenségi nyomaték az oka annak, hogy a szakmai szint társadalmi és szükségszerű jellege áttételesen érvényesül. Ezt tekinthetjük a harmadik alapvető jellemzőnek a szakmai szint képzésben való figyelembe vételénél.

Sajátosságaiából következik, hogy a mindenkori szakmai szint különböző - nagyrészt tudományos és technikai, de nem csekély mértékben politikai, társadalmi - tényezők eredőjeként jön létre. Történelmi fejlődése sietteteti vagy késlelteti a nemzetközi munkamegosztáshoz /a szakmai világszinthez/ mért fázisát.

Már korábban idézett irodalmi megfogalmazásoknál feltűnhetett, hogy például a szakmunkás tanterv - de a középfoku szakoktatás idézett szakkönyve is - a szakmai szint megfogalmazását

együttal a képzési cél lényegi részének is tekinti. Erre vonatkozólag hasonló felfogás tükröződik Székely Endréné és Szokolyszky István álláspontjában is, akik szerint:

"A szakmai munkaterületnek a szakiskolával szemben támasztott igényeit, követelményeit részletesen a képzés ... szakmai követelményrendszere közvetíti. A képzés szakmai szintje kijelöli egyrészt azt az elméleti és gyakorlati ismeretanyagot, valamint azokat a jártasságokat és készségeket, amelyekre az adott munkaterületen dolgozóknak szakmai munkatevékenységük eredményes gyakorlásához szükségük van. Másrészt megszabja azokat a követelményeket, amelyeket a képzés befejezésekor a vizsgáztató bizottság, illetve munkába álláskor a munkahely támaszthat a növendékkel szemben." /i.m. 109. lap/

Minderről a Pedagógiai Lexikon a szakmai szint címszavánál /az előbbieken idézettek folytatásaként/ így foglal állást:

"A szakmai szint nem állítható teljes egészében követelményként a szakképzést nyújtó iskolák elé. Gondos elemzéssel dolgozható ki a kezdő, a munkába lépő szakember elméleti tudásával, gyakorlati készségeivel, emberminőségével, általános és speciális képességeinek fejlettségével kapcsolatos reális szakmai követelményrendszer ..." /134. lap/

Az idézett megállapításokkal szemben két fenntartásunkat hangsúlyozzuk. Az egyik ismét az, amit a szakmai szinttel kapcsolatban már említettünk, nevezetesen, hogy bizonyos egysikuságot tükröznek a megállapítások.

A másik fenntartásunk abban áll, hogy a szakmai szint elemei közvetlen képzési célnak tekintése csak annyiban lehetséges, amennyiben ezek az elemek a képzési folyamatban kialakíthatók...

Korábbi példáink felhasználásával mindezt azzal láthatjuk be, hogy adott szakmunkánál véges számú gyakorlatias képesség /és járulékos ismeret stb./ elegendő, míg karbantartásnál az egész folyamat /vagy több hasonló folyamat/ hibalehetőségeinek megállapítása, hibaelhárítás /vagy megelőzés/ másirányú és más arányokkal jellemezhető képességeket igényel. Ugy szintén megint más a műszaki rajzoló esete, ahol a begyakorláshoz és a munka eredményes végzéséhez mindkét előbbtől eltérő képességekre van szükség. Mint láttuk, ez nem egyszerűen szakmai különbség, hanem elsősorban a javak előállítási folyamatához való viszony /közvetlen vagy közvetett/.

A szakmai szintet megszokott módon horizontálisan, az egyes szakmákra értelmezzük, de értelmezhetjük ennél általánosabban is /adott társadalomtipusra, országra, országrészre, termelési ágra stb/. Ez az általános vagy átlagos szakmai szint ennél fogva elvonatkoztatás eredménye és alkalmazásakor nem hagyható

figyelman kívül, hogy minden átlag végesszámu összetevő szórási középértéke.

A képzési szint

A képzési szint fogalma tehát nem feltétlenül közvetlen kapcsolatban van a szakmai szint fogalmával, az utóbbi azonban jelentős befolyással van rá. Miután az iskolarendszerű képzés a társadalomnak nemcsak fenntartásával, hanem a teljes értelemben vett önmegújításával is kapcsolatos, következésképpen a képzési szintben megtalálhatók a szakmáktól független, az adott társadalom által kívánatosnak tartott műveltség-tartalommal és magatartási normákkal meghatározott tényezők is. Utóbbiak távolabb esvén témánktól, velük részletesebben nem foglalkozunk, csupán a teljesség érdekében utalunk rájuk.

Mindezek után a képzési szintnek olyan meghatározását kísérelhetjük meg, amely - eléggé általános lévén - kielégitheti a korábban meghatározott szakmai szintből eredő követelményeket.

Eszerint: a képzési szint olyan ismeretek, jártasságok, készségek és képességek rendszere, amelynek birtokában valamely adott társadalom által meghatározott személyiség eredményesen képes teljesíteni a társadalmi munkamegosztás valamely fokán a szakmai szint megkövetelte munkát.

A mérnöki képzési szint a társadalom önmegújítási mozgásában olyan sajátosságokat mutat, amelyek alapján megállapítható, hogy

- a társadalom önmegújítását a generációk egymásutániségában a személyiség képességek, készségek, jártasságok és ismeretek elsajátításával való fejlesztése útján szolgálja,
- a társadalom önmegújításának szolgálatában a képzési szint szükségyszerűen hozzájárul a nemzedékről-nemzedékre hagyományozott műveltség továbbadásához és ezzel a társadalmi tudat fejlődéséhez,
- a képzési szint a társadalmi tudat fejlesztése keretében kiterjed a társadalmi termelőmunkában elvárható képességek, készségek stb. kifejlesztésére,
- a társadalmi termelésben való részvételhez szükséges képességek kifejlesztése a tanítás-tanulás folyamatban szükségyszerűen minta utáni, modellezésen alapuló jelleg következtében, valamint az egyéni életpályákon való - úgy tűnik, elkerülhetetlen - váltások miatt nem zárul le a generációk tanulásra, felkészülésre rendelt életszakaszában, hanem többé-kevésbé permanens szükséglet marad,
- a társadalmi termelésben való egyéni részvételhez nélkülözhetetlen képességek, készségek, jártasságok és ismeretek elsajátítása - az erre rendelt iskolarendszer működésének tartalmi és lendületi sajátosságai következtében - csupán közelítheti a szakmai szint napra kész állapotát.

A képzési szint eme általános sajátosságai közül az első az általános képesség-, készség- és jártasság-fejlesztés, valamint az ismeretbővítés útján jellemez és megítélésünk szerint alkalmas arra, hogy adott nevelési és képzési cél megközelítési folyamatában a személyiség fejlesztésével előmozdítsa a társadalom szellemi reprodukcióját.

A képzési szint említett második sajátossága a műveltségtartalom folytonossága mellett a műveltségeszmény változásait is megengedve, mintegy a bővített szellemi újratermelést jelzi és ezzel az embernek környezetéről és önmagáról szerzett hiteles tudása alapján minősít. A képzési szint eme két sajátossága általánosnak tekinthető, átfogó jellegüket a tanításra - tanulásra szakosodott társadalmi tevékenységből származtathatjuk.

A képzési szint harmadiknak említett sajátossága a társadalmi termelésben részvételre felkészítés alapján jellemez. Jelzi, hogy az iskolarendszer a minimálisnak tekintett általános műveltség megadásának időbeni helyétől és adott életkortól kezdve valamilyen formában életpályára és ennél fogva önfenntartó tevékenységre képez. Szűkebb értelemben - és ez témánkból is következik - szakmai jellegű képességek, készségek stb. kifejlesztéséről van szó, ezért a képzési szint ezen részét a szakképzésnek tekinthetjük.

A szakmai szint igénye oldaláról vizsgálva a negyediknek említett sajátosság azt fejezi ki, hogy a képességfejlesztéstől

az ismeretek bővítéséig terjedő képzés szükségszerűen egyszerűsített valóságot tükröz, hiszen a megtervezett tanítási-tanulási folyamatban felhasznált ismerettartalom, szakmai tevékenység mind alkotóelemeiben, mind pedig tartalmában véges. Más oldalról közelítve azt is mondhatjuk, hogy az iskolarendszerű képzés tananyagának változása szakaszos jellegű, míg a szakmai szint anyagi összetevője, a technika változása folytonos. Ebből természetesen következik, hogy a valóság folytonos változása következtében az egyén számára ennek folytonos követése kívánatos és időnként elkerülhetetlen is.

Az ötödiknek sorolt sajátosság lényegében véve az előző indokaival magyarázható. Talán a leginkább lényeges a tananyag-változás szakaszos jellege és a társadalmi termelés folyamatos, legalább részeiben állandó változása közötti különbség, de nyilvánvalónak tűnik az iskolai tanulótevékenység és a szakmai gyakorlati tevékenység közötti objektív különbség is.

2.3. A gépészmérnöki szakmai és képzési szint kapcsolata

A társadalmi termelésben elfoglalt helyéből kiindulva a mérnöki szakmai szintet illetően megállapítható, hogy

- az anyagi javak előállítási folyamatában, annak közvetlen vagy tágabb környezetében kifejtett tevékenység jellemzi,
- a mérnöki tevékenység mindig jelentős társadalmi értéket megtestesítő anyagi eszközök és emberi munka kölcsönhatási folyamatának tervezéséből, megszervezéséből, megvalósításá-

ból és fenntartásából, javításából vagy megújításából áll,

- az emberi munka és anyagi eszközök kölcsönhatásának folyamataival kapcsolatos mérnöki tevékenység a társadalmi termelési hierarchiának megfelelően "térbeli" kapcsolódású, részben irányított /része, eleme valamely átfogóbb strukturának/, részben ráutalt /kölsönkapcsolat azonos szinten működő elemek között/, részben irányító /vezet, dönt, közvetít/,
- a társadalmi termelési hierarchiának megfelelően a mérnöki tevékenység szakosodott /történelmileg kialakult munkamegosztásban pl. gépész- és villamosmérnök, termelési munkamegosztás alapján tervező és kivitelező, népgazdasági ágak igényei szerint pl. mezőgazdasági gépészmérnök és vegyipari gépészmérnök/.

Az említett tulajdonságok a mérnöki szakmai szintet a társadalmi termelésben körülhatárolják, főbb jegyeiben mintegy meghatározzák.

Közülük az elsőnek említett arra utal, hogy a konkrét mérnöki tevékenység a termelésben vagy azzal mennyire közvetlen kapcsolatban nyilvánul meg. Ez a jellemző alkalmas a tényleges mérnöki tevékenység és a termelés közötti távolság meghatározására, amit az üzemeltető mérnök, illetve a gyártó mérnök munkakörök, valamint a főhatóságnál állományban levő irányító főmérnök, vagy a műszaki tudományos egyesületnél főhivatásban dolgozó

mérnök beosztásának megnevezése csupán áttételesen érzékel-
tet.

A második tulajdonság a konkrét mérnöki tevékenységgel össze-
függő anyagi eszközök /gépek, pénzben kifejezhető források/ és
munkaerő /emberek és a bennük megtestesülő különböző képzettség/
feletti rendelkezés körére utal, hatalmat és a vele járó fe-
lelősséget jellemzi. Egyben jelzi, hogy ez a rendelkezési le-
hetőség /kötelesség/ és a javak konkrét előállítására milyen idő-
beli /mondhatni ok-okozati/ kapcsolatban van.

A harmadik tulajdonság látszólag rokon az elsővel, szintén hely-
meghatározó jellegű. E látszólagos rokonságon azonban tulmutat,
mivel a termelés vezérlésével kapcsolatos információk mennyi-
sége alapján tájolja be a mérnöki tevékenységet és ezzel részint
a termelési hierarchiában betöltött szerep, részint a munka-
megosztás következtében szükségszerűen fellépő - azonos szinten
oldalirányú - információs /és szervező/ tevékenység alapján
minősíti.

A negyedik tulajdonság a társadalmi termelés történeti fejlődé-
se következtében szükségszerűen létrejött munkamegosztás, va-
lamint a társadalomszervezés eredményeként kialakult munkameg-
különböztetés alapján határozza meg a mérnöki tevékenység tár-
talmát.

Az említett tulajdonságok együttesen - bár általánosak és min-

den bizonynyal bővíthetők is - alkalmasak a mérnöki tevékenység-rendszer, azaz a mérnöki szakmai szint meghatározására. Ehhez csupán egy kiegészítést kell tennünk, hogy adott mérnöki szakmai szintet körvonalazhassunk, nevezetesen azt a jellemző technikai rendszert /berendezést, gépet, energia-elosztást, építményt/ vagy folyamatfajtákat /energiaátalakítást, anyagátalakítást, térelhatárolást stb./, amelyek az adott mérnöki tevékenységet konkretizálják. Ily módon eljuthatunk pl. a gépészmérnök szakmai szintjéhez, illetve további sajátos megkülönböztető jegyek révén az egyes gépészmérnöki szakterületekhez, azok szakmai szintjéhez.

Más kiindulási alapból és más céllal, 1973-ban hazai egyetemi és ipari szakértőkből álló bizottság a következő eredményre jutott /16/:

"... az okleveles gépészmérnök főbb feladatai:

- gépészeti berendezésekben végbemenő folyamatok,
- gépek, gépészeti berendezések és szerkezetek,
- gépészeti berendezések előállítására alkalmas korszerű technológiák,
- összetett, az emberi tényezőt is figyelembe vevő gépészeti rendszerek

kutatása, fejlesztése, tervezése, szervezése és irányítása, valamint üzemeltetési feladatok ellátása."

Ugyanitt a főiskolai végzettségű üzemmérnökre vonatkozólag megállapították, hogy

"... a gépész üzemmérnök főbb feladatai:

- gépipari gyártástechnológiák bevezetése és kialakítása, továbbá műszaki fejlesztési, kutatási, tervezési részfeladatok ellátása;
- az üzemi termelőmunka részterületeinek szervezése és irányítása;
- a termelésben alkalmazott gépek és berendezések üzemeltetése, fenntartása."

Amint már többször láttuk, a szakmai szint a mindenkori társadalmi termelési színvonal függvénye és elvileg tervezhető az anyagi javak előállításának tervezésével összhangban. Miután azonban a szakmai szint meghatározása - mint azt fentebb láthattuk - számos minőségi jegy lehető konkrét megállapítását, a közöttük lévő arányok mennyiségi meghatározását is magában foglalja, továbbá a társadalmi termelés egészének és belső szerkezeti jellemzőinek tervezését sem tudtuk eleddig egyszerű aktusként megoldani, a szakmai szint spektrumának tervezése szinte megoldhatatlannak tűnt.

A szakmai szint, mint több jelentésű fogalom, a társadalom tervezését illetően egyéb gondokat is felvet, pontosabban alkalmazását több tényező korlátozza. Ilyen korlátozó hatás

a képzésre való felhasználásban mindenek előtt az, hogy a szakmai szint szükségképpen átlagot jelöl. A szakmai szint képzési alkalmazásában zavaró tényező a technikai /vagy akár termelés-szervezési/ háttér esetenként gyors változása, az importált gyártósorok, technológiák történetileg gyors /és ugyanakkor tartós, a távlati fejlődést is meghatározó/ bevezetése, honosítása. Ugyancsak előre számba nem vehető hatást mutat a termelésben korábban nem ismert és egyuttal tömeges előállításra számot tartó termékek bevezetése, másszóval a jelentős termékváltás.

A szakmai szint képzési célra való alkalmazásában tehát - az adott szakmai szint által képviselt átlag körüli szóródáson kívül - mindenek előtt ennek a szintnek a stabilitását rontó tényezők hatása vezet bizonytalansághoz. Ez a körülmény azáltal hárítható el, hogy a szakmai szint közelebbi meghatározásához nemcsak az adott időszakra jellemző jegyeket veszik figyelembe, hanem a tudományos és technikai fejlődés lehetséges tendenciáit is igyekeznek meghatározni.

Amint a korábbiakban láttuk, a képzési szint olyan követelményrendszer, amelyben azt sorolhatjuk fel, hogy adott szakember milyen tudással, jártassággal, készséggel és képességekkel rendelkeznek, hogy a szakmai szintben megjelölt tevékenységeket el tudja végezni. Miután a szakmai szintben a munkaterület meg van jelölve, a képzési szintben megjelölhetők - és esetleg képzettségi fokozatokban is kifejezhetők - a tudás,

jártasság, készség és képesség szintjei, mértéke.

Első közelítésben természetesnek tűnik, hogy a képzési szintet mindig a jövő szakmai szintjének kell megfeleltetni. A szakmai szint fejlődési vonulatát, mint már láttuk, a technikai-technológiai összetevők változásainak irányzataira vonatkozó extrapolációs vagy - erre is van példa - heurisztikus jellegű uton lehet becsülni, esetenként mennyiségi mutatókkal valószínűsíteni. E fejlődésnek - mint az általánosan elfogadott - a fő mozgatója a tudományos eredmények gyakorlati alkalmazása. Ugy tűnik tehát, hogy a képzési szint akkor felel meg a jövő szakmai szintjének, ha benne a tudomány jelenlegi színvonala tükröződik.

A képzési szint ilyen megközelítésének eredményességét csökkentti a termelésen kívül levő számos tényező színvonala, méretei. A hazai ipari fejlődés elmúlt száz évében például kiutatható a színvonalemelkedést jellemző termékek és a vasuthálózat bővülése közötti szoros kapcsolat, illetve a szállítási lehetőségek fejlődése és az új termék megjelenése közötti közel állandó időkülönbség.

A képzési és a szakmai szint megfelelésének első közelítését az is gyengíti, hogy a tudományos eredményeknek csak egy része válik történelmileg rövid idő alatt konkrét termelőerővé, mivel az új felfedezések termelésbe való bevezetésének felté-

telei vannak. Az alkalmazásba vétel műszaki /géppark, termelési technológia/ és gazdasági feltételeinek megléte esetén pedig - amennyiben alternatív választás lehetősége is fennáll - a pillanatnyi hasznosság a döntő minden termelő számára.

Másfelől közelítve a két szint megfelelését - miután a képzési szintben a tudomány részvétele nem, csupán minden mást kizáró szerepe vitatható - úgy is fogalmazhatjuk a megoldást, hogy a képzési szintben a technikai, technológiai tudományok meghatározóak.

Ez a közelítés a technikai-technológiai tudomány helyének kérdését veti fel. Megítélésünk szerint a technika tudománya /átmenetileg és közelítésünk kedvéért ezt a kifejezést használva/ a gyakorlat és az elmélet - esetünkben a természettudományok - között foglal helyet, tipikusan alkalmazott tudomány. Önálló tárgya e tudománynak a természetes és mesterséges anyagokból létesített emberi alkotások létrehozása, fenntartása és megszüntetése. Jellemző módszere a mérés, összehasonlítás, továbbá az elemi és a komplex kísérletezés, amelyekben megelégszik viszonylagos eredményekkel, mert nem törekszik totalitásra, hanem optimumra. Már ebből a hozzávetőleges meghatározásból következik, hogy a technika tudománya a mennyiségi viszonylatok megállapítása révén a gyakorlathoz kötődik, viszonylag konkrét és - amennyiben minden határon túl törekednék az általánosításra - tárgyával kerülne ellentétbe.

A technikai-technológiai tudomány természetéből két következmény háramlik a képzési szintre. Az egyik: mivel a technikai és technológiai tudományok alkalmazott tudományok, képzési hatásosságuk tervezése bizonytalan. Ugyanis az alkalmazott tudományok képességfejlesztő hatását - ismereteink szerint - kevésbé ismerjük, mint a természettudományokét. A másik abban áll, hogy nehezen dönthető el a képzési szintben /még inkább ennek fejlődésében/ a természettudomány és a matematika újabb eredményeinek részesedése, valamint azzal párhuzamosan a technikai-technológiai megoldások, újdonságok aránya. Ez utóbbi tekintetében azonban fogódzót jelent az a tapasztalat, hogy a műszaki fejlődés felgyorsulási pontjait rendszerint megelőzik a fokozott igénybevétel megengedő szerkezeti anyagok gyártása, illetve a berendezésekben alkalmazott folyamatok javítása, vagy korábban nem használt folyamatok megvalósítása. Előbbire alkalmas példának tekintjük részint a szendvics szerkezetes /akár csak fém, akár csak műanyag/ megoldásokat, részint az űrhajózási technika kifejlődésével együtt fejlesztett fém-műanyag kombinációs szerkezeti anyagokat, míg az utóbbit a zárt rendszerű hűstermelés vagy - más céllal - a biomassza átalakítása példázza.

A tudományok képzési szintben meghatározott szerepét illetően az OM Gépészmérnöki Szakbizottságának véleménye az alábbiakban csucsosodott ki /17/:

"A gépészmérnöki tevékenység tudományterületeinek határait a gépészmérnöki alkotómunka alábbi irányai jelölik ki:

- a gépekben, szerkezetekben, rendszerekben lejátszódó mechanikai, hőtani, áramlástani és anyagszerkezettani hatások, folyamatok, valamint összetett gépészeti rendszerek tervezése;
- meghatározott feladatok ellátására alkalmas gépek, szerkezetek, rendszerek felépítésének és kialakításának tervezése;
- gépek és szerkezetek gyártása, mégpedig: a gyártás eszközeinek /gépek, szerszámok stb./ felépítése, működése, illetve az alakítási folyamatok, eljárások elvei;
- a termelési rendszerek tervezése, szervezése, a gépek, szerkezetek, összetett gépészeti rendszerek működtetése és ember-gép rendszerek irányítása.

Fentiek alapján a gépészmérnöki tudományterületek a következők:

- a/ A természettudományos képzettséget alapvetően biztosító tudományágak: matematika, kémia, fizika, elektrotechnika, műszaki mechanika, műszaki hőtan, áramlástan, műszaki anyagszerkezettan;
- b/ A gépészmérnöki szaktudományok: gépipari anyag- és gyártástechnológia, gépszerkezettan, erőgépek elmélete, munkagépek elmélete, technológiai eljárások és készülékek, illetve gépek elmélete, rendszertan, gépészeti automatizálás elmélete;

c/ A gépészmérnöki tevékenységhez kapcsolódó tudomány-
területek: társadalomtudományok, munkatudományok,
idegen nyelvek."

A képzési és a szakmai szint megfelelésének további közelítése, lévén a társadalmi felépítménybe tartozó a képzés, a társadalmi-politikai hatások oldala. Az átlag körül szóródó, tényleges üzemben belüli termelés ideális és valóságos szintje között nemcsak azért állapítható meg különbség, mert a társadalmi termelés konkrét helyi megvalósítása számos feltétel kielégítésének összhangjától függ, hanem azért is, mert az ugrásszerűen megújított technológia és a hagyományosan rendelkezésre álló munkaerő képességeiben jelentős ellentmondás feszülhet. Példaként csupán a hazai gördülőcsapágy-gyártást említjük, amelynél a világszinvonalu berendezések és gyártási technológia nagyjában egy évtizedig nem jutott érvényre a termék minőségében, mivel az újonnan létesített üzem a vonzási környezetében rendelkezésre álló, tulnyomó többségében mezőgazdasági tapasztaltu és ipari tevékenységre nem, vagy alig kiképzett munkaerővel indult. Nézetünk szerint hasonló ellentmondások ismételten jelentkeznek a fejlődő országokban, illetve olyan területeken, ahol a termelés spektruma szűk, monokulturás állapotból emelkedik ki és a szakemberek képzésére a helyszínen nincs mód, vagy az importált intézményekkel és tananyaggal folyik.

Más tekintetben figyelemre méltó a szakmai szinten belüli /termelési hierarchiával kapcsolatos/ és a képzési szinten belüli

különbségtétel némely következménye. Hazánkban a középfoku szakképzésnek immár klasszikus iskolaformáját, a technikumot, nem utolsó sorban a végzettek szakmunkáskénti foglalkoztatása /tulajdonképpen valóságos vagy látszólagos tulképzés/ következtében, nem kis mértékben a társadalmi termelés igényeinek lanyhulása miatt szüntették meg. Az iskolarendszerben ennek helyét felsőfoku intézmények vették át és nem sok idő múltán éppen a termelő ágazatok kezdték hiányolni a valamikori technikusí tevékenységi területre kiképzetteket. Az indokok között szerepelt, hogy a helyettesítőként létrejött szakközépfiskola érdemi képességfejlesztő szerepe a szakmunkás szintet nem haladja meg, az időközben főiskolává alakult felsőfoku technikumok pedig mérnököket adnak a gazdaságnak. Egyfelől kialakult tehát a szakképzésben, azaz az ipari képzési szintben olyan különbségtevés, amely a szakmunkás szinttől az egyetemet végzett mérnök szintjéig terjed /és mellel az azt két-két intézménytípusban valósítják meg/, másfelől pedig a szakmai szintben fennmaradt - minden bizonnyal termelés-szervezési okokból - a valamikori technikusí tevékenységnek megfelelő elem.

A másik következmény a főiskolai végzettségű mérnök megjelenése a termelési hierarchiában. Szerény tapasztalatainkat csak megerősíti az az általánosabb vélemény, hogy egy-másfél évtized elegendőnek bizonyult képzési szintjük napi termelés-irányító tevékenységnek megfelelő kialakításához.

A képzési szint és a szakmai szint megfelelésében utolsónak említjük azt a közelítést, amely a két szint viszonyában fellelhető ellentmondások eddigi csoportjain kívül esik. Tananyagtervezési elemzésünkben utaltunk a szakmai-társadalmi ellenőrzés szerepére a tervezési eljárásban, illetve arra, hogy amennyire él tovább a hajlam a tananyag öntörvényű, helyenként még a tudományosság igényét sem deklaráló tervezésére.

A lényegét tekintve hasonló eredményre, azaz ellentmondásra vezet a szakmai szint importálása, amelynek technikai és emberi oldalát a megelőző közelítések egyikében már taglaltuk. Hazai műszaki felsőoktatásunkban van példa a fordítottjára is, amikor ugyanis a külföldi képzési szint átvételéről beszélhetünk. Ennek a műszaki felsőoktatásban a felszabadulást követő évtizedben találjuk nyomát, amikor az 1948-1950. évi un. első reform keretében a korszerű igényeknek már meg nem felelő tananyagot főbb vonalaiban szovjet tapasztalatok figyelembevételével szerkesztették újjá. Az így kialakított képzési szintet azután - igaz, jelentős egyéb hatások következtében is - több ízben igazították a társadalmi termelésben kialakult szakmai szinthez. El kell ismernünk, hogy eme behozott képzési szint számos jelentős vonásában meggyökerezett és nélkülözhetetlen része a műszaki felsőoktatásnak hazánkban.

2.4. A szakmai szint és a képzési szint megalkotásához vezető módszerek

A célul tűzött feladat megoldásában alkalmazott módszerek többsége nem új, számos tudományágban széleskörű alkalmazásukkal találkozhatunk. Témánk módszeres, a részleteket is körültekintően számba vevő kidolgozásának kezdetén úgy véltem, hogy létezik olyan egyetlen eljárás, amely minden követelménynek eleget tesz, valamennyi körülményt számításba veszi és így vezet el bennünket a megoldáshoz. Ezt a vélelmet rövidesen fel kellett adnom, nemcsak azért, mert - mint az a matematikában jól ismert - az általános megoldások szükségképpen annyi peremfeltétel egyidejű ismeretét tételezik fel, hogy ennek következtében ezek a megoldások rendszerint kevés /ha nem egy-egy speciális/ esetben hasznosíthatók, hanem azért is, mert a szakirodalomból megismert eljárások is erre intettek. A.B.Rosenstein /18/ és I.T. Guszev /19/ tananyagtervezési eljárásai olymértékben globális jellegűek, hogy már ezért számos kérdést nyitva hagynak a konkrét alkalmazáshoz /ami viszont óhatatlanul többszörös rekurzióhoz vezet/. A hazai tantervelméleti kutatók közül Gyarakí F. Frigyes /20/ a tananyag és az oktatási-nevelési folyamat összhangja mellett a tananyagtervezés mátrixalgebrán alapuló számítógépes feldolgozását célozza meg. A tananyagtervezési eljárásnak kifejezetten a számítógépes módszerét alkalmazza Petrik Olivér /21/ a mérnöktantervek számítógéppel való generálása eljárásában.

Arra a következtetésre kellett tehát jutnunk, hogy a példának választott gépészmérnöki szak tananyagának lehetséges modelljét többoldalu megközelítéssel kíséreljük meg összeállítani. Ez azzal az előnnyel járt, hogy a többoldalu feltárás legalább a lehetséges megoldás gazdagabb körvonalazását ígérte, míg kötelezettségként csupán azt rótta ránk, hogy a közelítési módok megválasztásánál lehetőleg olyan módszereket alkalmazzunk, amelyek egymás gyengéit csökkentik.

Témánk szempontjából nemcsak hasznosnak, hanem kíváncsúnak is látszott a hazai műszaki felsőoktatás - közelebbről a műegyetem - történelmi fordulóinak, eseményeinek, egyszóval történeti folyamának adalékaival a történeti-logikai elemzés módszerével élni. Az ilyen eljárás alkalmazásához hiteles történelmi leírások, okfejtések szükségesek és szerencsésnek mondhatjuk, hogy - éppen a Budapesti Műszaki Egyetem kétszázéves fennállásának jubileuma alkalmával - az elmúlt évre készült el kéziratos formában az egyetem történetét összefoglaló nyolckötetes mű, igaz, mind ez ideig kéziratos formában.

A szakmai szint szempontjából viszont szükség mutatkozott a hazai ipar- és technikatörténet változásait összefoglaló leírásra. Ismereteink szerint ilyen átfogó mű nem készült, ezért meg kellett elégednünk a magyar gazdaság történetével foglalkozó művel, illetve kötetekkel. A műszaki és gazdasági fejlődést reprezentáló, a hazai termeléstörténet szempontjából figyelmet

érdemlő új termékek megjelenési időpontjára használható - ha nem is teljes - adatsort találtunk a gazdaságtörténeti művek függelékében közölt időrendi táblázatokban és ezek összehasonlító elemzést tettek lehetővé.

A célul kitűzött feladat megoldásában második közelítési módnak a külföldi intézményekkel való - ezuttal nem történelmi vonulatra vonatkozó, hanem a legutóbbi évtizedben alkalmazott tananyagon alapuló - műszaki és pedagógiai tudományos összehasonlítás módszere kínálkozott. Ebben az eljárásban haszonnal kecsegtetett, hogy immár másfél évtizede folyamatosan válnak hozzáférhetővé az európai műszaki egyetemek és főiskolák szakosítását taglaló adatok a hasonló címet viselő sorozat /23/ kiadása révén, jóllehet kezdeti várakozásunktól elmaradtak a realitások, amelyeket az ebből a forrásból nyerhető adatoktól reméltünk. A feldolgozható tájékoztatásból mégis kikerekedett a nagy valószínűséggel hiteles és eléggé részletes kép a - gyakorlatilag - korunkban jellemző európai képzési szintről, illetve annak egyes meghatározó részeiről.

A szakmai és a képzési szint kezelésének harmadik módszere munkánkban a komplex rendszerek vizsgálatával foglalkozó szakirodalomban ismert eljárások közül a legalkalmasabbnak látszó adaptálása volt. Ehhez jó összefoglaló művet találtunk Dr. Kindler József és Dr. Papp Ottó közös munkájában /24/. A rendszerelemzési vizsgálatokban /legalábbis azok nagy cso-

portjában/ általában használt szubjektív véleményt magam készítettem, majd egy későbbi, tudományos egyesületi bizottságban tartott előadás és vita alapján hitelesítettük.

Az általunk használt eljárás azáltal közelíti meg a csak és kizárólag matematikai leíráson alapuló egzakt jelleget, hogy a benne alkalmazott matematikai módszeren kívüli szubjektív véleményt ugynevezett páros összehasonlításon alapuló döntés formájában táplálja az eljárásba. A szubjektív szakértői véleménynek az esetleg kívánt végeredmény szerinti megválasztása még akkor is jelentéktelen valószínűséggel érvényesül, ha az illető a páros összehasonlításon alapuló döntésnek a további feldolgozásával tisztában van. Ennek oka az eljárás lépéseinek aránylag nagy számában és viszonylagos bonyolultságában van. Az elfogult vélemény érvényesítésének jelentéktelen valószínűségéről olyan tapasztalat győzött meg bennünket, amely egy páros összehasonlítás két tagja közötti döntési bizonytalanság /két tag azonosnak tartott jelentősége/ folytán, alternatív feldolgozás nyomán alakult ki.

Az eljárást matematikailag teljesen megalapozottnak kell tekintenünk, miután a benne alkalmazott lépések mind a valószínűségelméletben, mind a matematikai statisztikában, mind pedig a kísérleti pszichológiában többszörösen kipróbáltak. Ez a matematikai megalapozottság, kiegészítve a páros összehasonlításnál szükséges szakértői vélemények minimális számának automa-

tikus /pl. clusteranalízison alapuló/ feldolgozásával, lehetőséget ad a számítógépes eljárásra is.

Utóbbi módszert mind a gépszerkesztők szakmai szintjének elemzésére, a szint összetevőire megállapítható fontossági sorrend felállítására, mind pedig az egyetemi gépszerkesztő szak tantervének elemzésére, a tananyag elemi ismeretcsoportjainak a tantervből következő fontossági sorrendje meghatározására felhasználtuk.

Munkánk folyamán szükségképpen már meglevő anyagokat, leírásokat, műveket használtunk gondolatmenetünk egy-egy részének alátámasztására, igazolására vagy pedig éppen kiindulási pontnak. Így például a mérnöki konstrukciós tevékenység elemzéséhez egy, a konstrukció folyamatát leíró tanulmányt. Az ennek nyomán lezármasztott, a konstrukciós tevékenység elemeire vonatkozó rangsort a múlt év júniusában egy tudományos egyesületi - Gépipari Tudományos Egyesület - előadásban nyilvánosságra hoztuk. Nem ismervén a könyvkiadói terveket, nem kis meglepetéssel találkoztunk ez év februárjában az említett tanulmánynál terjedelmesebb, teljesebb áttekintést adó és tartalmában is alapos, a géptervezés elméletét és gyakorlatát taglaló szakkönyvvel /25/. Mindez csupán azt bizonyítja, hogy korunkban a legtöbb problémát maradéktalanul megoldani nem lehet, csak a megoldás viszonylag jó közelítését tudjuk elvégezni.

3. A szakmai és a képzési szint bemutatása a konstrukció-
szakos gépészmérnök képzésében, annak alapjaként.

A konstrukció a gépészetben egyértelműen a szerkezetet, mégpedig a jól működő, tehát előre elgondolt, majd ezt követően elkészített - esetleg nagyon bonyolult - összetett szerkezetet jelenti.

Valószínűleg a gépekkel kapcsolatos mérnöki, azaz a gépészmérnöki tevékenység egyik legkorábbi és alapvetően meghatározó részével /nevezetesen a tervezéssel, szerkesztéssel/ függ össze, hogy a konstruktőr mindenek előtt gépek, gépszerkezetek tervezésével együtt él a köztudatban.

Erre utal a Magyar nyelv értelmező szótára /26/ is: "Konstruktőr. gépek tervezésével, szerkesztésével foglalkozó szakember: géptervező, gépszerkesztő."

Az európai műszaki felsőoktatási intézményekben részint az ipar igényei szerint, részint pedig a hagyományok folytán a legkülönbözőbb speciális irányu gépészmérnököket képeznek. Önálló gépészmérnöki kar híján találkozunk gépészmérnök szakkal, amelyben a képzés befejező szakaszában további specializálódásra /ágazat/ van lehetőség. Ahol tágabb a gépészmérnök-képzés spektruma, ott kalorikus-, vegyipari-, rendszerszervező-, stb. szakokat is találunk. Ahogy a későbbiekben sorra

kerülő összehasonlításból kiviláglik, a legtöbb esetben kimutatható a konstrukciós tevékenységre specializálódás lehetősége /ágazatosodás/ is.

A konstruktőrök rendszerint gépészeti tervező vállalatok keretében vagy gyárak szerkesztő irodáiban találhatják meg tevékenységük kifejtési területét.

3.1. Szakmai szint és képzési szint egymáshoz való viszonya fejlődésük vetületében

Ahhoz, hogy a hazai szakmai szint és a gépészmérnöki képzési szint egymáshoz való viszonyát, ennek a viszonnak történeti fejlődését, alakulását nyomon követhessük, a kétféle szint változásának jellegzetes szakaszát kell szemügyre vennünk.

A magyarországi szakmai szint fejlődésére minden bizonnyal meghatározónak kell tekintenünk a gazdaság egészének, azon belül pedig az ipar jellemző növekedését. Miután a szakmai szint tevékenységet is meghatározó jelentőségű fogalom, gondot kell fordítanunk az ipari társadalmi termelés szervezetének módosulására, a termeléssel kapcsolatos tevékenységekre, különösen azon fajtákra, amelyek mérnöki képességeket, készségeket stb. tételeznek fel.

A hazai képzési szint megítélése érdekében - témánkat illetően -

élhetünk azzal az egyszerűsítő feltevessel, hogy valamely történelmi időszakban a műszaki felsőoktatás tananyaga kifejezi az akkor elfogadott képzési szintet. Ennek megfelelően a két szint viszonyában a képzési szintet a műegyetemi tantervekben foglaltak szerint értelmezzük.

A magyarországi tőkés, majd a szocialista gazdaság fejlődésének elemzése - még akkor is, ha különös tekintettel lennénk az ipari termelésre - nemcsak terjedelmes statisztikai elemzést kívánna, hanem hozzáértésünket is meghaladja, ezért ebben a kérdéskörben átfogó forrásokhoz fordultunk /a /27/, /28/ és /29/ művekhez/. Szándékunk szerint mintegy száz év fejlődési ivét igyekeztünk átfogni, de így is az egyes szakaszok közötti átmenet számszerűsítésének nehézségébe ütköztünk és adatainkban vannak hiányok, szakadások. Ugy tűnik, sikerült viszonylag egyértelmű sorban rendeznünk a gyáripari termelés fejlődési adatait, valamint - egyes időszakokban - a nemzeti jövedelem alakulását az 1. sz. táblázatban. Hozzávetőleges számításokat végeztünk az ipari termelési adatsor felhasználásával és arra az eredményre jutottunk, hogy a mai ipari termelés hazánkban mintegy nyolcvan-, százszorosa az egy évszázad előttinek. Figyelemmel arra, hogy a mai lakosság ellátása, a környezetében fellelhető gyáripari gyártmányok, termékek, valamint a termelés eszközei és technológiái a múlt századról kialakítható szubjektív képpel összevetve mekkora különbséget mutatnak, ez a közel százszoros növekedés - úgy véljük - hihető. /Számítási bizonytalanságainkat a gazdasági mutatók

lehetséges többféle értelmezése, valamint az inflációk, pénz-reformok átszámítást szinte lehetetlenné tevő viszonyai okozták./

A hazai ipari fejlődés vonulatában a kiegyezéstől az első világháboru időszakáig közel tizenötszörösére nőtt a gyáripari termelés. Ezután visszaesés következett be, majd újabb konjunktura lépett fel, amely az 1929-33-as gazdasági világválságba torkollott. Ezt követően lassu növekedés szakasza figyelhető meg. A gyáripari termelést a második világháboru a századvég szintjére taszította vissza, s csak a felszabadulás utáni helyreállítás lendületével indulhatott újabb fejlődésnek, hogy - helyenként mérsékeltebb emelkedéssel - napjainkra a tervgazdálkodás kezdeteihez képest négy-ötszörösére emelkedjék.

Más oldalról vetíti elénk az ipari termelés fejlődését a 2. sz. táblázat, amely az ipari munkáslétszám alakulásáról ad képet. Ebből kézenfekvő megállapításként adódik, hogy a nagyipari munkáslétszám az eltelt száz év alatt nagyjában huszszorosára nőtt. Ezzel az ipari termelékenységre nézve is kaphatunk minőségi képet, ha összevetést teszünk az ipari termelés fejlődésének már említett végeredményével. További következtetésre ad alkalmat az a körülmény, hogy a kisiparban foglalkoztatott munkások száma a felszabadulást megelőző időszakig nagyságrendben azonos a nagyipari munkáslétszámmal.

Ujabb oldalát vizsgálhatjuk az ipari termelésnek a 3. sz. táblázat alapján, amely a termelővállalatok nagyságrendjére - ezzel termelésük szervezésére - és a bennük foglalkoztatott dolgozók létszámára egyidejűleg nyújt vizsgálati alapot. Azal együtt, hogy a kisiparban foglalkoztatottak létszáma a századfordulón még nagyobb volt a nagyipari munkáslétszámnál, utóbbi területen is ötszáz főnél kisebb létszámú üzemekben dolgozott több, mint hatvan százalékuk. Igaz, hogy ugyanakkor az ezernél nagyobb létszámú gyárakban foglalkoztatták a munkások közel egynegyedét. E két kategóriában jellegzetes, hogy a foglalkoztatottak aránya a kisebb létszámú üzemeknél majdnem felére, az igen nagy létszámmal működő vállalatoknál pedig közel kétszeresére változott a foglalkoztatott munkások aránya, sőt az 1960-as években a legnagyobb létszámú üzemek foglalkoztatták a dolgozóknak több, mint egyharmadát.

Az ipari társadalmi termelés szervezésére, az alkalmazott eljárásokra nyújt betekintést a 4. sz. táblázat, amely a háborút megelőző két évtizedben a szakmunka és a betanított munka között végbe ment aránymódosulásra ad néhány jellemző adatot. Ezek szerint a vas- és fémipar és a gépgyártás adta az említett két évtizedben az ipari termelésnek hozzávetőleg az egynegyedét, s ezen időszakban mégis a szakmunka és a betanított munka közötti arány a nagyjában 1:1 értékről 1:2 értékre változott, aminek például közvetlen következménye kellett, hogy legyen a szakmunkásképesítés elértéktelenedése. A szakmunka fentiekkel ellentétes, növekvő részesedésére is akad

példa olyan ágazatokban, amelyekben a biztonsági előírások szigora, illetve /a ruhaipar esetében/ a nagyipari jellegű gyártás újabb elterjedése ezt megkívánta.

Mindaddig, amíg az iparszerű termelésben túlsúly volt az emberi erőn alapuló munkának, nem beszélhetünk gyáripari termelési folyamatról. Ebben a tekintetben a manufaktura az egyedi, kézműves - azaz kisipari - termelési folyamatot nem módosította, csupán mennyiségi értelemben változtatta meg a termelési folyamat összetevőit. A termelési folyamat illetően fenntartása mellett az ellenőrzés és felügyelet aránylag egyszerű lehetett, hiszen a műhely, a szerszám és az anyagok gazdaságos felhasználásán tulmenő feladatok ellátására nem kellett kiterjednie. A minőségi átmenet azáltal alakult ki, hogy a termelési folyamatban meghatározó munkafolyamatot részekre osztották, s ezzel a - még mindig emberi erő kifejtésre alapozott - munka termelékenységében jelentős emelkedés következhetett be. A termelési folyamatban megnőtt a részműveletek jelentősége, a szakosodás következtében a termékhez felhasznált anyagok mennyisége fajlagosan csökkent /gazdaságosabb felhasználás/ és az egyes szerszámok módosultak, illetve specializálódtak. Ilyen termelési folyamatban szükségképpen megnőtt a folyamat fenntartásával kapcsolatos felügyelet jelentősége, ellenőrző szerepe és a szerszámok szakosodása révén kialakult a termelés műszaki előkészítése iránti igény.

A szigorúan vett gyáripari termelés az erő- és szerszámgépek

megjelenésével, a gépesített iparvállalatok keretében alakult ki. Ezekben az új technikai alapokat nemcsak a gépek alkalmazása, hanem az addig emberi erőt felhasználó termelési eljárásban meg nem munkálható anyagok felhasználása is jellemzi. Ezzel magától értetődően együtt járt a gyártási eljárások megváltozása, valamint a termelési folyamat általános vezetésében kimutathatóan szakosodás következett be: a korábbiakhoz képest élesebben elkülönült a műszaki előkészítési tevékenység a gyártási folyamat általános felügyeletétől és fejlesztésétől. Hasonló megállapításra jut Bertalan László /9/ is. A műszaki előkészítés körében a termelési feltételek gazdaságos hasznosításával, a szerszámok szakosításával járó, valamint az erő- és szerszámgépek tervezésével és kivitelezésével, továbbá a gyártási eljárásban alkalmazott gépek és berendezések tervezésével és kivitelezésével kapcsolatos tevékenység különült el, utóbbiak később a kutatási-fejlesztési tevékenységben önállósultak. A gyártási folyamat felügyeleti és fejlesztési körében szükség lett a munkafolyamat további megosztásával és a munkaszervezet változásaival kapcsolatos, valamint az anyagmozgatás, a karbantartás, a teljesítménynormák, a minőségellenőrzés, a közvetlen műszaki ellenőrzés és a javítás tevékenységi csoportjaival összefüggő feladatok ellátására.

A termelési folyamat fejlődési sorában a következő állomást a nagyipari vállalat képviseli, amelyre a sorozatgyártás és

a gyártmányok, gyártmánycsaládok strukturáltsága, a tipizálás és szabványosítás, valamint az ezeken nyugvó termékmegújítás: /azonos szükségletet kielégítő termék küllemének és szerkezeti, működési jellemzőinek változtatása, tökéletesítése/ a jellemző. A termelési folyamat általános felügyeletének, ellenőrzésének tevékenységi területein olyan új feladatok megoldása kerül előtérbe, mint a részműveletek gépesítése, energia- és anyagfolyamok tervezése, megtervezett technológia megvalósítása /un. ütemidő összehangolása/, valamint az elméleti alapokon nyugvó munkaszervezés.

Korunk modern nagyipari vállalataiban a termelési folyamatot a tömeggyártás, valamint a gyártmányszakosodás határozzák meg. Magára a termelési folyamatra az automatizálás, a gépi irányítás a jellemző. A termelési folyamat általános ellenőrzésében, felügyeletében pedig a részműveletek automatizálása, a termelési folyamat komplex tervezése, a számítógépes folyamattírányítás kerül tulsulyba.

Az előbbiekben vázolt és az ipari termelés fejlődésével összefüggő oldalak vázlatos áttekintése után, a hazai szakmai szint és képzési szint egymáshoz való viszonyának jellemzése érdekében vegyünk sorra néhány történelmi időszakot.

Jóllehet a József-műegyetem újjászervezésére Eötvös József 1870. április 7-én terjesztett elő törvényjavaslatot, az

ennek megfelelő egyetemi szervezeti szabályzat legfelső megerősítése 1871. július 10-i keltezésű. Az egyetemi szervezet és a tanterv véglegesítése 1882-ben következett be. Erre az időpontra az akkori európai műszaki felsőoktatási színvonalat a műegyetem mind szakosztályi szervezetében /karok/, mind tananyagának tartalmában elérte, sőt az élenjárók közé számíthatta magát /30/.

A magyarországi gyáripari termelés a múlt század nyolcvanas éveinek elején a kiegészítés-korinak mintegy ötszöröse, a nagyiparban foglalkoztatottak száma meghaladta a 110 ezer főt és - jóllehet a nagyméretűnek számítható iparvállalatok aránya száz üzem között csak egy - a gazdaság további fejlődésének kilátásai az 1873. évi gazdasági világválságot követően kedvezőek voltak. Ebben az időben már mintegy harminc éve ismert volt az alumínium ipari előállítása, Magyarországon negyedszázada állítottak elő gőzgépet, gőzerővel hajtott cséplőgépet, husz éve készítettek gőzlokomotívot, tíz éve feltalálták /Bánki Donát és Csonka János/ a gőzkalapácsot, megszerkesztették az első dohányvágógépet, gyártották az első hazai szerkesztésű gőzmozdonyt, mintegy öt éve gyártották a - világ malomiparát forradalmasító - hengerszéket, sőt a bennük fordulatszám-különbséggel szembeforgó hengerek kéregöntésű kivitelben való előállítását is megoldották és egy-két éve alkalmazták már a Martin-acélgyártást.

Kardinális kérdés, hogy az előző bekezdésben illusztrált magyar ipar számára milyen gépészmérnök-képzést terveztek az illetékesek.

A műegyetem 1882/83. tanévi tantervében a gépészmérnök hallgatók számára ajánlott ismeretek megoszlása az alábbi:

matematika /geometria, algebra, analízis stb./	13,9 %
természettudományok /fizika, kémia, kémiai technológia/	8,05 %
gazdaságtan /és könyvvitel/	8,05 %
enciklopédikus és kitekintő ismeret /építés, vasút, hid/	7,0 %
technológia	4,4 %
konstrukciós és folyamat-ismeret	58,6 %

A századforduló közelében a nemzeti jövedelem a kiegyezés időszakához képest háromszorosára emelkedett, a gyáripari termelés az évszázad utolsó két évtizedében kerekén nyolcszorosára nőtt. A századfordulón a nagyiparban foglalkoztatottak száma megközelítette a félmillió főt, és a hazai gazdaság történetében először haladta meg a kisiparban dolgozók létszámát. Megerősödött a gépesített típusú iparvállalatok aránya /az összes vállalatoknak közel egynegyede ide sorolható/. A kifejezetten nagyvállalatnak minősülők foglalkoztatták a munkásoknak mintegy egynegyedét. Ebben az időben - az előző évtizedekben megjelent új termékeken felül - már közel két évtizede működött az első budapesti telefonközpont, mintegy tizenöt éve folyt a hazai izzólámpagyártás, egy évtizede gyártottak hazánkban belsőégésű motort, hét éve gyártottak szalma-kazalozót /un. elevátort/, öt éve elkészítették az első magyar

motorkerékpárt, üzembe helyezték nagyméretű Worthington-rendszerű gőzüzemű vízműtelepi szivattyút, megkezdték az automatikus etetők gyártását.

A műegyetem a századfordulóig 586 oklevelet adott ki /5. sz. táblázat/, új tantervet készítettek, amely 1898-ban lépett életbe. Az ebben foglalt ismeretek megoszlása a következő:

matematika	13,8 %
természettudományok	6,9 %
gazdaságtan és jog	5,6 %
enciklopédikus és kitekintő ismeret	3,5 %
technológia	4,9 %
konstrukciós és folyamat-ismeret	65,6 %

Az adatokkal is alátámasztott változási képből kiviláglik, hogy a szakmai szint oldalán a jelentős iparfejlődéssel, valamint a termelési folyamatban bekövetkezett és a bonyolultabb szervezetű nagyipar térhódításával járó változásokat csak a képzési szintben is eszközölt módosítással lehetett követni. Ezen a műegyetem - vélhetően, de az akkori rektori megnyitó beszédekből is kitűnik - úgy kívánt segíteni, hogy a képzési időtartamon belül megnövelte a foglalkozások idejét /kerekén 5,5 %-kal/, valamint aránymódosításokat hajtott végre az egyes ismeret-csoportokban.

A képzési szintre jellemző ismeret-csoportokat illetően az

1898-as tananyagmódosításra az jellemző, hogy változatlan maradt a matematikai ismeretekre fordított idő /aránya csak az összes óraszám emelése miatt mérséklődött/, csökkentették a természettudományos ismeretek mértékét /az időráfordításban mintegy kétharmadára/, módosították a gazdaságtani és bevezették a jogi ismeretek oktatását /együttes ráfordítási idejüket a korábbiakhoz képest mintegy háromnegyedére csökkentették/, jelentősen apasztották a korábbi tananyagokból visszamaradt, más szakokra kitekintő és enciklopédikus ismereteket /egyben körülbelül 70 %-kal mérsékelve a ráfordított oktatási időt/. Az eddig felsoroltakon kívül kis mértékben növelték a technológiai képzésre fordított összes időt és igyekeztek azokat az ismereteket szakosítva tárgyalni. Jelentősen fokozták a konstrukciókra és a gépészeti folyamatokra irányuló képzést.

A műegyetem új telephelyét az 1909/10. tanévtől kezdve vehette birtokba, s ezt követően készült el az újabb szervezeti szabályzat, módosultak a szigorlati előírások és alakult ki az új tananyag, amely 1918-ban már alkalmazásra került és - a /30/ szerint - az első világháborús éveket, valamint a tanácsköztársasági reform-terveket túlélve a huszas évek elején még érvényes volt. /Egyébként az évszázad második évtizedének végéig összesen 2450 gépészmérnöki oklevelet adott ki a műegyetem./

A huszas évek kezdetén az ipari termelés még nem heverte ki a világháború trianoni békekötéssel záruló következményeit és nem

érte el a századfordulóra jellemző értéket /természetesen a jelenlegi Magyarország területében számolva./ Az összes, iparban foglalkoztatott munkás létszáma az 1910. évi létszámnak alig 42 %-át tette ki, bár a nagyipari munkások száma ugyanolyan mértékben multa felül a kisiparban foglalkoztatottakét, mint egy évtizeddel korábban. Ebben az időben a termelésben újabb műszaki termékek jelentek meg. Közel husz éve szerkesztették meg a villamosmozdonyt /Kandó Kálmán/, üzembe helyezték a világ első váltakozó árammal működő vasutvonalát Olaszországban /Kandó/, hidraulikus borsajtót gyártottak hazánkban, másfél évtizede készült el az első magyar gépkocsi /Csonka János/ és vezették be a wolfram szálás izzólámpagyártást Ujpesten.

A müegyetem 1916-tól érvényes tantervében az ismeretek megosz-
lására az alábbi arányok jellemzők:

matematika	11,2 %
természettudományok	8,1 %
gazdaságtan és jog	5,6 %
enciklopédikus és kitekintő	
ismeretek	2,8 %
technológia	4,2 %
konstrukciós és folyamat-	
ismeretek	68,1 %

Az így megváltoztatott müegyetemi tantervről az abban
részecs kortárs /30/ véleménye szerint

"A cél egyrészt az volt, hogy a technikai tudományok ezentul is széles elméleti alapra helyezett oktatását egyes új technikai tárgyak előadásával és intenzív laboratóriumi munkával a gyakorlati élethez közelebb hozzák, másrészt, hogy a tantárgyak célszerűbb csoportosításával, a vizsgálati rendnek méltányos enyhítésével és a tanév gazdaságosabb kihasználásával a technikai oktatás határfokát a lehetőségig emeljék."

Ujtitásszámba ment, hogy a szigorlatok számát háromra emelték fel /azonos tantárgyak szerepeltek benne, mint korábban/, s ezzel - valamint az ismétlésükre vonatkozó előírások módosításával - teljesítésüket könnyítették, valamint azt, hogy "a gépészmérnöki osztály huzamosabb ideig tartó s a jövőben kötelező műhelyi és géplaboratóriumi munkálatai a nagy szünetekben tartatnak". /I.m. 260. l./

Az egyes ismeretek arányának megváltozása az 1898-as tantervhez képest az 1916-ban módosított tantervben azt mutatja, hogy a matematika terjedelme mintegy 20 %-kal csökkent, a természettudományos ismeretek ezzel szemben 15 %-kal emelkedtek. Jelenlősen mérséklődött az enciklopédikus ismeretek terjedelme /ke-reken 25 %-kal/ és a negyven év előtti tananyagból már csak a Geodézia elemei-t őrizte meg. Változatlan maradt a gazdaság-

tani és a jogi ismeretek részesedése az óraszámokból, míg a technológiai ismeretek kismértékben csökkentek. A legkonkrétabb szakmai konstrukciós és folyamat-ismeretekre szánt abszolút terjedelem 2,8 %-kal tovább nőtt. Említésre méltó, hogy az utóbbi ismeretcsoporthoz a századfordulón a gyakorlati és az elméleti foglalkozások aránya 1,7, míg az utóbbi tantervben ugyanez az arány 1,52 lett.

A harmincas évek kezdetére - bár a magyar gazdaság fejlődésében elért ütemet megtörte a gazdasági világválság - a nemzeti jövedelem a kiegyezés korához képest újból két és félszeresére állt be, a gyárilpar termelése tizenkétszeresen multa felül a kiegyezés körüli mennyiséget. A nagyiparban foglalkoztatott munkások száma meghaladta a negyedmilliót és már jelentősen felülmulta a kisiparban dolgozó munkások számát. Ebben az évtizedben a magyarországi ipari koncentráció és egyidejű polarizáció kettős arculata abban is tükröződött, hogy kimutathatóan csökkent a szakképzett munkaerő sulya és növekedett a betanított munkások aránya. Ez utóbbi jelenség jelzi, hogy a gyárilparban a munkaszervezés olyan állapotára jutottak, amely a munkaműveletek felosztásában számos ipari ágazatban az olcsóbb betanított munkaerőnél többet nem igényelt. A közepes méretű vállalatokban is kialakult a mérnöki tevékenységnek számos területe, ami a bonyolultabb munkaszervezés folyamánya.

Ebben az időben már hét éve /1923/ megtörtént a Kandó-féle fázis-

váltó villamos mozdony első hazai próbautja, öt éve feltalálták a transzformátort /Bláthy - Déri - Zipernovszky/ és volt hazai polgári repülés, illetve megindult a kripton-töltésű izzólámpák gyártása.

Mindezek kihatottak a műszaki felsőoktatás, a gépészmérnökképzés szintjére is. A szakmai szint által kiváltott igények kielégítésére a képzési idő 9 félévre való felemelése mellett - a hagyományosan nagyjelentőségű mezőgazdasági és élelmiszeripari, továbbá az évszázad első negyedében megerősödött villamosipari, valamint az általános ipari orientációju régóta hagyományos konstruktőr-képzési irányzatnak megfelelő - mérsékelt szakosítás mellett foglalt állást az egyetem /1932-ben/.

A harmincas évek kezdetéig a műegyetem 4784 oklevelet adott ki /ezek között harminc évnél rövidebb idő alatt mintegy 4200-at/.

Az 1933/34. tanévben már az évfolyamok fele tanult az új tanterv szerint, amelyben az ismeretek arányát az alábbiak jellemzik:

matematika	8,7 %
természettudományok /és elektrotechnika/	7,1 %
gazdaságtan és jog	6,5 %
testnevelés	6,2 %
enciklopédikus és kitekintő ismeretek	1,5 %
technológia	4,6 %
konstrukciós és folyamat-ismeretek	65,3 %

A teljes tanulmányi elfoglaltság ideje 12-13 %-kal növekedett és a tantervek korábbi állandó összetevőinek változásain felül a legjellemzőbb, hogy a szűk szakmai képzést szolgáló ismeretek nagyszámu tantárgyra osztótlottak fel, a tantárgyak száma közel negyven százalékkal lett nagyobb.

A matematikára fordított teljes tantervi idő 12-13 %-kal csökkent. A részesedésre vonatkozó fajlagos csökkenés nagyobb, mert egyidejűleg a képzés összóraszám is növekedett. Figyelemre méltó változások: az enciklopédikus és más szakokra kitekintő ismeretekre fordított idő kétharmadára esett, viszont a technológiai ismeretek oktatási ideje egyharmadával növekedett és a szűken értelmezett szakmai ismeretek abszolút mennyisége mintegy nyolc százalékkal emelkedett.

Említésre érdemes, hogy a harmincas évek műegyetemi tantervének három szakirányra tervezett szerkezetében még mindig a gyakorlati foglalkozások előzték meg az elméletieket, mégpedig 1,12 arányban. Mint ismeretes, ez a tananyagszerkezet - érdemi változások nélkül - érvényes volt a felszabadulás utáni helyreállítás végéig, 1947-ig.

A felszabadulás évében a gyáripari termelés volumene az 1938. évinek kerekén egynegyedét tette ki és csak - a közbenső újjáépítési és beruházási intézkedéseknek köszönhetően - 1948-ban

multa felül az utolsó békeév eredményét, mintegy két százalékkal. A gyáripárban foglalkoztatott munkások száma csupán 1949-ben érte el a háború előtti. Erre az időre a közepes létszámmal működő üzemek aránya az összesnek mintegy 14 %-a, a foglalkoztatottaknak pedig kétötöde kifejezetten nagylétszámú üzemben dolgozott.

Ebben az időben már közel egy évtizede ismeretes volt az első magyar gázturbina üzembe helyezése /Jendrassik/, valamint a légcsavaros repülőgép-gázturbina építésének megindulása.

A negyvenes évek végéig a műegyetem 6592 oklevelet adott ki, közülük az utolsó harminc éven belül 4142 fő szerzett képesítést. Utóbbi adatot azért említjük, mert a mindenkori gyáripari munkások és a közszolgálatban dolgozók létszámát ezzel elosztva, olyan számot kapunk, ami - egyéb statisztikai adatok híján - hozzávetőlegesen jellemzi a gépészmérnöki ellátottságot. Az egy mérnökre jutó dolgozó létszámot, amely az utóbbi ötven évben 110-230 közötti értéknek adódik, természetesen erősen torzítja, hogy nem minden gépészmérnök tevékenykedett a gyáripárban, vagy közszolgálatban, továbbá, hogy a háborúk és kivándorlások okozta mérnök-fogyás figyelmen kívül marad, csakugy, mint a más egyetemen szerzett oklevelek száma.

A fordulat évével, 1848-cal mélyreható változások indultak meg a gazdasági életben éppugy mint az oktatásügyben. 1948.

tavaszán a száznál több munkást foglalkoztató üzemek államosítása következett be, majd 1950-ben indult az első ötéves terv, és 1952. szeptemberében 69, korábban német érdekeltségű, utóbb szovjet tulajdonba került üzemet adtak vissza magyar tulajdonba. A mai Dunai Vasmű első nagyolvasztója 1954. elején, a Borsodi Hőerőmű 1955. nyarán kezdte meg működését és még ebben az évben bocsátották vízre a felszabadulás utáni első magyar tengerjáró hajót.

Az első ötéves terv indulásáig az ipari termelés valamelyest felülmulta az utolsó békeév színvonalát. Az akkori nagyiparban foglalkoztatottak száma 680 ezer fő, közülük majdnem kereken 200 ezer az ipari alkalmazott. Az ötszáznál kisebb létszámú vállalatok foglalkoztatták a dolgozók 30 %-át, viszont az ötezer főt meghaladó létszámú üzemekben dolgozott a munkások 17 %-a. Ez az utóbbi körülmény a gyártási technológia tudományos alapjai iránti megalapozott igényt egymagában is indokolja.

Az 1948/49. tanévtől keltezhető első nagyobb szabású reform a műegyetemi gépészmérnökképzésben mindenek előtt a villamosmérnöki osztály és ennek megfelelő képzés megindítását jelenti. A gépészmérnök-hallgatók által választható szakok száma ötre, a képzési idő pedig nyolc félévre változott. A reform kinyilvánított főbb célkitűzése a technológiai képzés erősítése és a gyakorlati oktatás elmélyítése volt. A konstruktórképzésben vitathatatlanul érdekelt hőerőgépész-képzésben az ismeretcsopor-

tok aránya az alábbi:

matematika	10,0 %
természettudományok /és elektrotechnika/	9,0 %
gazdaságtani és társadalomtudományi ismeretek	8,4 %
haditechnikai ismeretek	0,6 %
technológia	6,5 %
konstrukciós és folyamat-ismeretek	65,5 %

A háboru előtti tantervhez képest jellemző változás, hogy megnövekedett a matematikára fordított idő /mintegy 10 %-kal/, ugyancsak nőtt a természettudományos ismeretek terjedelme /nagyjából 22 %-kal/ és átalakult a gazdaságtudományi és jogi ismeretek belső szerkezete, erőteljesen nőtt a társadalmi - filozófiai ismeretek óraszám. A korábbi testnevelés kimaradt a tantervből, viszont mérsékelt terjedelemben a honvédelemmel kapcsolatos ismereteket tanítottak. A korábbi tantervhez képest egyharmad mértékben növekedett a technológia elsajátítására fordított idő és valamelyest csökkent /közel 4 %-kal/ a konstrukció és a gépészeti folyamatok oktatására szánt órák száma./Ez utóbbinak okát már nem tudtam kideríteni./ A gyakorlat-elmélet arány első ízben fordult meg, értéke 0,76.

1951-ben módosított tanterv lépett életbe, amelyben - a korábban a külföldi képzési szint átvételével kapcsolatban leírtak

érvényesültek és - a szakok száma tizenegyre emelkedett. A szakosodás ilyen mértékét azzal indokolták, hogy a tanulmányokat befejező gépészmérnöknek - a szoros tervgazdálkodás értelmezésében - a "kezdő" munkahelyén minden nehézség nélkül, speciális tevékenységet kell kifejtenie.

A műszaki egyetemi gépészmérnök-képzés 1951-től felfutó tantervében az egyes ismeretcsoportok aránya az alábbi volt:

matematika	9,0 %
természettudományok /és elektrotechnika/	9,6 %
társadalomtudomány /és nyelv/	8,7 %
gazdaságtani ismeretek	5,0 %
testnevelés és honvédelem	7,8 %
technológia /műhelygyakorlattal/	6,8 %
konstrukciós és folyamat-ismeretek	53,1 %

Az ismét kilenc félév terjedelmű képzésben az 1947. évi tantervhez képest a matematika terjedelme abszolút órákban is /kis mértékben/ csökkent, a természettudományi ismeretcsoportra fordított idő viszont növekedett /10 %-kal/. A társadalomtudományi, gazdaságtani és nyelvi ismeretek összterjedelme a korábbi mennyiség kétharmadával nőtt meg, valamint erőteljesen kiterjedt /a tartalékos tiszti kiképzés egyetemi oktatásba való beillesztésével/ a testnevelés és honvédelem részesedése.

Mintegy 10 %-kal növekedett a technológiai képzésre fordított órák száma, de csökkent a konstrukciós és folyamat-ismeretek oktatására fordított idő /18 %-kal/. A gyakorlatokra és az elméleti foglalkozásokra szánt idő aránya változatlanul az elmélet tulsúlyát mutatja, az arányszám 0,78.

Az időközben alapított egyetemeken folyó képzés, továbbá a nagyszámu szak fenntartásának indokolatlansága 1954-ben arra indította az akkori oktatási főhatóságot, hogy un. stabil tantervekben hosszabb távra kielégítő tananyagot állíttasson össze és az oktatás szervezeti, módszereket illető kereteit újra szabályozza.

A stabil tantervek készítését előíró intézkedés irányelveket adott, s ezek szerint: a szakok alapképzése általában hat félévig közös, az egyes szakokon belül az utolsó egy-két félévben szakirányu ágazatosodás lehetséges. A tanulmányi idő kilenc félév, a legmagasabb heti óraszám 36 vagy felsőbb évfolyamokon kevesebb, a félévenkénti vizsgák száma hat lehet. Az elkészített tantervben az átfogó előírások tulnyomórészt, a számszerű határok már kevésbé megvalósultak és ez a tanterv 1956-1963. között volt érvényben. Irányelvei - némi kiegészítéssel - a következő időszakot meghatározó tantervben is érvényesültek.

A hatvanas évtized elejéig /a korlátlan munkaerő szakaszában/ - az első ötéves terv kezdetéhez viszonyítva - a nemzeti jövedelem

közel kétszeresére, az ipari termelés pedig nagyjában két és félszeresére növekedett. A nagyiparban foglalkoztatottak száma meghaladta az egymillió háromszázezer főt, közülük mintegy háromszázezer volt ipari alkalmazott. A termelés nagyipari irányban való fejlődése egyértelmű lett, a közepes létszámmal dolgozó üzemek aránya az összes vállalatok 20 %-a körül megállapodott, a kisebb méretű vállalatok az összes dolgozó egyharmadát, a középüzemek az egyötödét foglalkoztatták, míg a legnagyobb létszámmal működő gyárak a dolgozóknak ugyancsak egyharmadát alkalmazták.

1957. végén és 1958. elején üzembe helyezték a Tiszapalkonyai Hőerőmű két gépegységét, majd egy év múltán ugyanott szintetikus műanyaggyártó üzem és új műszálüzem kezd meg működését. Átadják üzemelésre a magyar kísérleti atomreaktort és újabb hőerőmű termel energiát. A hatvanas évtized kezdetén új nagyteljesítményű PVC-gyártó üzem kezd meg működését, majd elkészül az első magyar gyártmányú hidrogénhűtésű turbogenerátor. Üzembe helyezik az új könnyűfémgyártó présművet és öntödét, villamos- és kőolaj-távvezetékek kezdik meg működésüket. Ekkor kezdődött a hazai számítógépgyártás az első TPA típusú gépek kifejlesztésével.

A hatvanas évek elejéig a műszaki egyetem összesen 11249 gépészmérnöki oklevelet adott ki, közülük 6465 oklevelet az utolsó

harminc éven belül. Az 1961. évi III. törvény megalkotása idő-szerűvé tette a felsőoktatás tananyagának és módszereinek a korszerűsítését. A mintegy hároméves előkészítéssel kialakított tanterv 1963-ban lépett érvénybe és az egyes ismeretcsoporthoz aránya benne az alábbi:

matematika	10,5 %
természettudományok /és elektrotechnika/	11,2 %
társadalomtudományok /és nyelvismeret/	8,3 %
gazdaságtani ismeretek	5,4 %
testnevelés és honvédelem	1,3 %
technológiai ismeretek	7,6 %
konstrukciós és folyamat-ismeretek	55,1 %

Az 1951. évi tantervhez képest a változást az jellemzi, hogy megnőtt a matematika és a természettudományok részesedése a képzési időből. Valamelyest csökkent a társadalomtudományok összes óraszám, viszont nőtt a gazdaságtani ismeretekre jutó idő. Kis mértékben növekedett a technológiai ismeretekre jutó idő, de nem változott a konstrukciós és folyamat-ismeretek óraszám. A képzés ekkor 10 félév terjedelmű, de az utolsó félévben - a diplomatervezésen kívül, amit az előzőekben sem számítottunk be - csupán heti 6 óra kötelező elfoglaltság van. A gyakorlati foglalkozások és az elméleti ismeretek időaránya javult, értéke 0,94. A hallgatóknak a képzés alatt összesen negyven hetet /ebből a negyedik évet követően 24 hetet, a rövidített 8. félév után/ termelési gyakorlaton kellett eltölteniük.

A hatvanas évek folyamán a gazdasági fejlődés üteme mérsékeltebb emelkedést mutatott, a korábbi munkaerő-átcsoportosulások lelassultak, az anyagi-technikai fejlődés előfeltételei ezáltal beszűkültek /a termelés fejlesztése tekintetében mindenképpen/.

A hazai gazdasági fejlődés növekedési ütemének lassulását tükrözi, hogy a hetvenes évek kezdetéig a nemzeti jövedelem növekedése az első ötéves terv kezdetéhez viszonyítva alig közelítette meg a háromszoros értéket, az ipari termelés volumene pedig ugyanezen viszonylatban alig négyszeresére emelkedett. E folyamat nem magyar sajátosság, hanem világjelenség.

A hazai ipari munkáslétszám alakulásában a hatvanas évek végéig emelkedő tendencia állapítható meg, az összlétszám megközelítette a két milliót, ebből a gyári nagyipar foglalkoztatott egy és háromnegyed millió dolgozót, köztük majdnem négyszázötvenezer fő ipari alkalmazottat.

A hatvanas évek második harmadában folytatódik az új termékek, termelési eljárások, üzemek megjelenése a gazdaságban. Nagyméretű és korszerű üveggyártás indul, újabb műtrágyagyár kezd meg működését, nemzetközi együttműködéssel létesült új kőolajfinomító, új műszálgyártó üzem. Az évtized második harmadában helyezték üzembe az első magyar gyártmányú 100 megawattos erőművi gépegyeséget. Ugyanekkor kezdik gyártani az R 10 jelű hazai számítógépet.

Az évtized végén kétoldalu autógyártási megállapodás jelzi gazdaságunk fejlődését.

A gazdasági növekedésen kívül az egyetemi képzésre nálunk az is hatással van ebben az időben, hogy ujabb felsőfoku intézmények jelennek meg a képző intézmények rendszerében, a főiskolák.

A történelmi és társadalmi környezet ilyen állapotában kezdődött a műszaki felsőoktatás legutóbbi - a hetvenes évek elején hozott politikai határozattal fellelített - reformja. A máig érvényes tanterv a gépészmérnökök egyetemi képzésében az egyes ismeret-csoportok közötti arányokról a következő képet mutatja:

matematika /és geometria/	14,1 %
természettudományok /és elektrotechnika/	9,9 %
enciklopédikus, kitekintő ismeretek	3,5 %
társadalomtudományok /és nyelvismeret/	9,6 %
gazdaságtani /és szervezési/ ismeretek	6,4 %
testnevelés és honvédelem	3,2 %
technológiai ismeretek	8,6 %
konstrukciós és folyamat-ismeretek	44,7 %

A hatvanas években érvényes tantervvel összehasonlítva, a jelenlegi tanterv ugyancsak tizféléves, de az utolsó félévre csak diplomatervezési gyakorlat és államvizsga esik. A tanterv ismeretcsoportjaiban kimutatható változás, hogy a matematikai

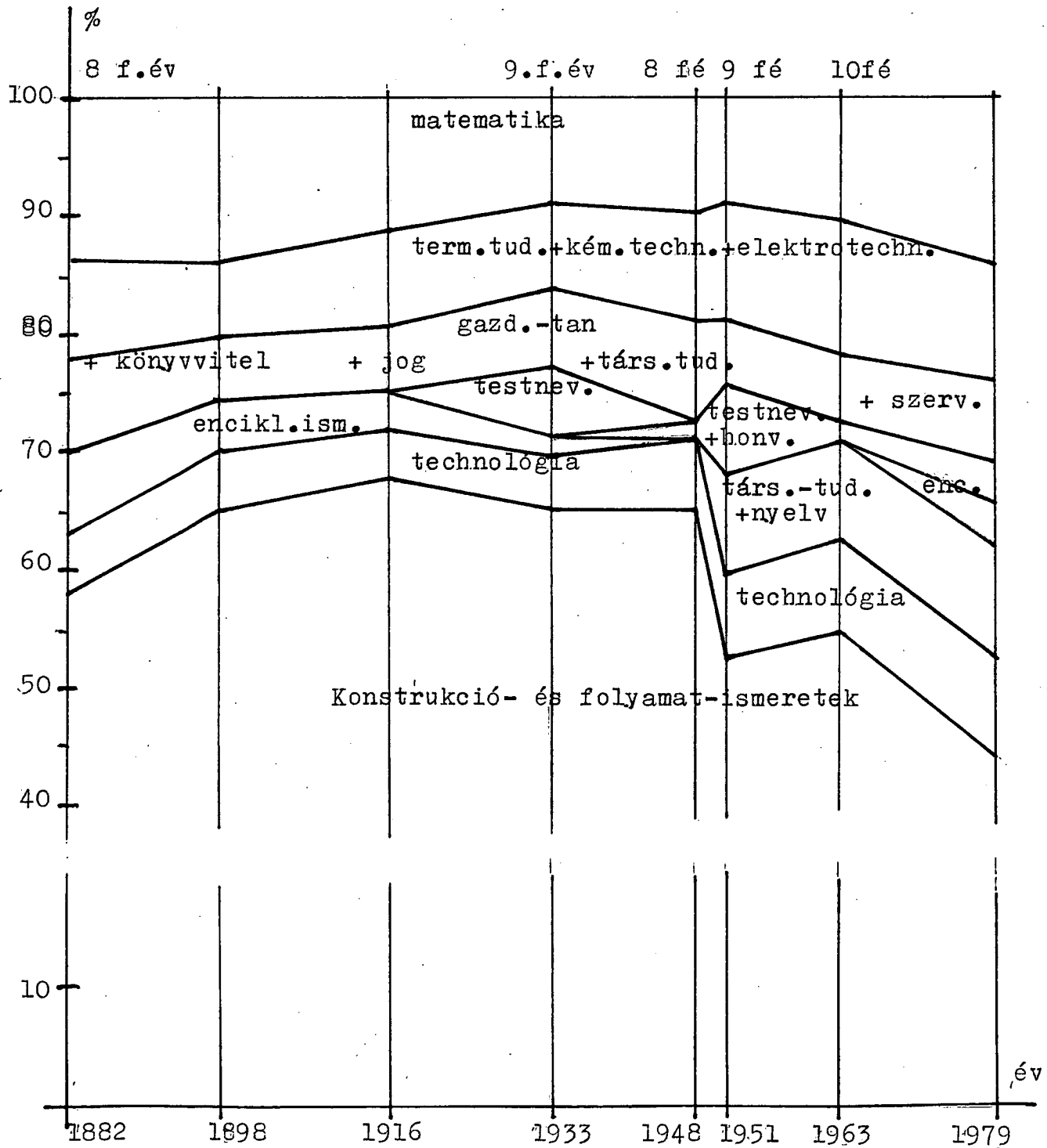
természetű ismeretek összes kimérete egyharmadával nőtt, viszsza-
szorozultak a természettudományi ismeretek, jelentősen növe-
kedett az enciklopédikus, de inkább kitekintő ismeretek mennyi-
sége a műanyagok, a számítógépes programozás következtében /a
korábbi óraszámnak ötszöröse/.

Ugyancsak jelentős növekedést könyvelhetünk el a testnevelés
és honvédelem ismeretcsoporthoz /óraszámában a korábbinak két és
félszerese/. A gazdaságtani és szervezési ismeretek óraszámá-
nak növekedése főként utóbbiak megjelenése miatt következett be.
Régóta növekvő szerepe miatt kedvezőnek kell tartanunk a tech-
nológiai ismeretcsoporthoz jutó idő újabb növekedését /mintegy
12-13 %-kal/. Mindezen hatások eredményeként a konstrukciós és
folyamat-ismeretekre /azaz a szűkebben értelmezett szakképzésre/
a tantervben minden korábbinál kisebb arány jut és a csökkenést
abszolút időben is jelentékenynek kell tartanunk, mert mintegy
20 %-ot tesz ki. A specializációra fordítható képzési idő csök-
kenése mintha a gépészmérnök általánosabb, alapozóbb képzésének
előtérbe helyezését mutatná. A gyakorlati és az elméleti fog-
lalkozások aránya valamelyest javult, értéke ebben a tanterv-
ben 0,95.

A közel egy évszázad terjedelmű történelmi szakasz fentebb be-
mutatott időpontjaiban a képzési szintre jellemző ismeretcsopor-
tok arányának alakulását a 2. sz. ábrán mutatjuk be.

Az ipar fejlődésének hullámvázai és a képzésre jellemző tantervi változások között összefüggést vélelmeztünk s a kettő történelmi vázlatában ennek bizonyítását valószínűsítjük.

A képzési szintre jellemző ismeret-
csoportok arányai.



2. ábra

3.2. A gépészmérnök konstrukciós tevékenysége, azaz szakmai szintje

3.2.1. A tevékenység elemeinek leírása

Több, 1970-80. között készített elemzés gondolatmenetét is figyelembe véve /31/ összegezni tudjuk a tevékenység főbb tényezőit, folyamatát.

A hazai gépiparban a konstrukciós tevékenységen általános értelemben géptervezést és szerkesztést értenek, vagyis olyan műszaki alkotó tevékenységet, amelynek eredményeként valamely gépipari gyártmány, alkotás terveinek kialakítása megtörténik, vagy ilyennek a továbbfejlesztése fejlettebb tervek elkészülésével realizálódik.

A teljes mélységű konstrukciós tevékenység folyamán a műszaki alkotás, gyártmány, termék megtervezése alapvetően két oldalról megy végbe. Egyfelől a szóban forgó termékkel az üzemeltetőknek maradéktalanul meg kell tudniuk valósítani azt a folyamatot, műveletet vagy technológiát, amelyre szánták a gyártmányt. Ezt az oldalt funkcionális kialakításnak nevezhetjük, s a konstrukciós tevékenységből az erre jutó hányadot célszerűen tervezésnek mondhatjuk. A gépipari termék kialakításának másik oldala azt a követelményt elégíti ki, amely a funkció teljesítéséből származó igénybevételekkel szembeni helytállásban /pl. szilárdság, rezgésállóság, hőkoztá igénybevitel kiállása stb./, valamint gazdaságos előállításban

és használatban testesül meg. A konstrukciós tevékenységnek ezt az oldalát szerkesztésnek nevezhetjük. Az említett két oldal jellegzetes elkülönülését tükrözi a folyamattervező és a gépszerkesztő szak kialakítása az egyetemi gépészmérnök-képzésben. Mindkét szak nevében a műszaki alkotás létrehozási folyamatában jellegzetes oldal jelenik meg, feltételezve egyben az együttműködést, nem különben a kiegészítő oldalra jellemző tevékenység ismeretét, illetve az arra jellemző ismereteket /gépszerkesztő a folyamattervezőét és viszont/.

Amikor a továbbiakban konstrukciós tevékenységről esik szó, azon mindig a szerkesztéssel összefüggő tevékenységi kört értjük, tehát mindenekelőtt a szerkezeti kialakítással összefüggő cselekvéseket és ebben az értelemben a funkcionális működéssel kapcsolatos tevékenységet másodlagosnak tekintjük.

A gépészmérnök konstrukciós tevékenységének általános jellemzésére több jelzőt használhatunk. Mindenekelőtt elmondható, hogy a mérnöki alkotómunka általában, de a konstrukciós tevékenység különösen, iteratív jellegű. Ennek legfőbb oka, hogy a kivitelezésre alkalmasnak tartott tervek kialakításáig gyakran előfordul, hogy a tervezési folyamat valamely, időben későbbi szakaszán jelenik meg olyan eredmény /tervezési információ/, amely egy időben korábbi feltételezést, adatot stb. kétségesse tesz, ezért vissza kell térni a tervezési folyamat adott korábbi szakaszára. Jellegzetes vonása ez az alkotó

gondolkodásnak. Hétköznapi tapasztalat, hogy a gépész tervezők tulnyomó része vizuális típusu, gondolatait vázlatokban fejezi ki. Ugyancsak jellegzetes vonása a tervezőnek a matematikai nyelvezet használata, a mennyiségi változások okozati, vagy akár csak formai /feltételezett/ követése matematikai formulákban kifejezve, illetve azokon belül. Mind a szerkezeti, mind a funkcionális oldal gondolati elemzésének, kialakításának hasznos eszköze a gondolkodást segítő analógia alkalmazása, amely különben a matematikától sem idegen. E mellett a gondolattársítások keletkezésének, keltésének láncreakcióhoz hasonló hatása is lehet, amely a konstrukciós tevékenységben az ún. brainstorming lehetőségét is megengedi.

A konstrukciós alkotó tevékenység pszichológiai elemzése azt mutatta, hogy ilyenkor a gondolkodás két, egymással párhuzamos tevékenység formájában megy végbe. A logikai folyamatot, amely viszonylag jól leírható, diszkurzív akciónak nevezik és jellemzője, hogy logikusan irányított uton halad a megoldás felé. A vele párhuzamos tevékenységet intuitív jellegűnek kell tekintenünk, lefolyásának követése kevésbé lehetséges.

A műszaki alkotómunka fentebb említett diszkurzív jellege lehetővé teszi, hogy a gépipari gyártmánytervezést annak folyamatábrára emlékeztető logikai lépéseit szem előtt tartva kísérvük végig. Előre kell azonban bocsátanunk, hogy ez a diszkurzív folyamatára a gépészmérnöki tervező-szerkesztő tevékenységnek

a sokévtizedes tapasztalatból általánosított rendszere, továbbá, hogy valamely gépipari termék konstrukciója nem szükségszerűen tartalmazza a kialakításhoz vezető ut minden lépését.

Alapvető különbséget kell tennünk mindenekelőtt a konstrukciós tevékenység célja, a kialakításra váró gépipari gyártmány tekintetében. Ennek megfelelően beszélhetünk a konstrukciós tevékenység fajtáiról.

A konstrukciós tevékenység tárgya szerint megkülönböztetünk létesítményt, amely több folyamatot, technológiát megvalósító berendezések rendszere és többnyire építkezéssel is egybekötött alkotás /gyár, erőmű, vegyi üzem stb./. Az ilyen konstrukciós tevékenység rendszerint komplex, benne a folyamattervezés /a tervezett folyamatok rendszere, a teljes technológia/ meghatározza az egyes gépészeti egységek fő jellemzőit, telepítési helyét stb. és mindezt építészeti szerkezetek foglalják keretbe.

Az egyszerűbbnek tetsző, gépipari terméknek tekinthető műszaki alkotások sorában a berendezés, géprendszer az, amely valamilyen egységes fő folyamatot, technológiát a mellékfolyamatokkal együtt valósít meg. Ennek a hétköznapi ismereteinkből vett gépkocsi, mozdony, vagy a cukorgyártó, a szappangyártó berendezések felelnek meg. Ebből érzékelhetjük, hogy itt több egység

valamilyen rendező elv /a megvalósítani kívánt folyamat/ szerinti egymásután kapcsolásáról van szó és a konstrukciós tevékenység célja viszonylag bonyolult rendszer terveinek elkészítése.

A konstrukciós tevékenység tárgy szerinti csoportosításában a gép, a készülék az a termék, amely valamely folyamatot valósít meg, mellékfolyamatot legfeljebb kis mértékben foglal magában. Itt meg kell különböztetnünk a rendeltetési folyamat szerint a gépet, amelynél a folyamat fő jellemzője, hogy mozgással jár /mint a szivattyúnál, ventillátornál, egyszerű megmunkálógépeknél/, valamint a készüléket, amelynél a folyamatban a mozgás legfeljebb járulékos jelenség /mint a vegyiparban a keverős készülékek, ahol a mozgás a fő folyamatot csupán elősegíti/. Hétköznapi hasonlattal élve gépnek tekinthetjük a diódarálót, készüléknek pedig az autoszifont.

A sort a szerelvény, a szerkezeti egység követi, amely az összetett berendezéseknek, gépeknek és készülékeknek a mellékfolyamatait megvalósító, rendszerint ismételten felhasználható műszaki alkotás. Ide sorolható a gépkocsi sebességváltóművétől a vízvezetéki szerelvényekig számos termék, amelyek mindegyike több alkatrészt, gépelemet magában foglal.

A konstrukciós tevékenység mélysége szerint is több változatot különböztethetünk meg. Ezek körében a rendeltetési folyamatra vonatkozóan az egyszerű folyamatot megvalósító al-

kotástól az ismert folyamatot megvalósító, de eltérő működési elvű konstrukción át az ismert folyamatot ismert működési elven megvalósító, de az eddigiektől eltérő paraméterű /teljesítményű, fordulatszámú, átbocsátóképességű stb./ termékig terjed a skála.

A konstrukciós tevékenység fajtái között különbséget tehetünk a termék, a gyártmány elkészített darabszáma tekintetében is, miután a gyártás költségei és folyamata /az alkalmazott gyártási technológia, a használt gyártógépek fajtái, számuk, az alkalmazott szerszámok, eszközök/ a konstrukciós tevékenységben - mint látni fogjuk - nem mellőzhetők. Ennek alapján beszélhetünk egyedi /egyetlen alkalommal, rendszerint egy, vagy egynéhány példányban elkészített/ termékről, ismételten készülő /korlátozott darabszámban gyártott, pl. komphajó/, sorozatban elkészülő /pl. gépkocsi/, továbbá tömegesen előállított /rendszerint gépelemek, alkatrészek/ gyártmányokról.

A konstrukciós tevékenység fajtái sorát a tevékenység fázisai szerinti megkülönböztetésével kiegészíthetnénk, ez azonban - lényegét tekintve - a diszkurzív folyamat főbb lépéseinek felel meg és így a következőkben megismerjük.

A gépipari gyártmánykonstrukció folyamatábrája, vagyis a konstrukciós tevékenység diszkurzív folyamata a piaci igény-

ből fakadó impulzussal kezdődik és ez az adott gyártmányra vonatkozó tervezői-szerkesztői munkát közvetlenül megelőző tevékenység. Forrása megrendelés, a gyártó vállalat részvételi igénye a termék piacán, vagy pedig ismert gyártmány korszerűsítése. Ebből következően az igény megjelenése a konstruktor számára kereskedelmi vagy műszaki eredetű. A konstruktor /pontosabban: a szerkesztési csoport/ mindennek előtt értelmezi az impulzust, azaz megfogalmazza a feladatot és ennek keretében számba veszi a kitűzött gyártmányhoz fűződő előzményeket /eddiggi konstrukciók, azok dokumentumai/, az elérhető műszaki és gazdasági információkat, a fejlődési irányzatot, majd a műszaki kiindulási adatokat, a fejlesztés /tervezés és gyártás/ elvi módját, a működés biztonságát, valamint becsléssel közelíti a várható gazdasági mutatókat /szükséges költség- és időráfordítás, várható ár, önköltség, nyereség/. Ezen kívül elengedhetetlen a tervbe vett gyártmány várt sikerének valószínűségét megvizsgálni. Ennek keretében vizsgálják a fejlesztő konstrukciós tevékenység körülményeit, az anyagi és szellemi erőforrásokat, továbbá a gazdaságosságra jellemző tényezőket /pl. a gyártott darabszámot/.

Ezt követően kerül sor az első zsürizésre, amelynek keretében a várható eredmény bírálatát fogalmazzák meg.

A tulajdonképpeni konstrukciós tevékenységet kiváltó döntésben benne van a konstrukciós alapelvek lerögzítése /a termék

rendeltetési folyamatot betöltő szerepe, főbb gyártási jellemzői/. Ennek következtében a konstrukciós tevékenység mindenekelőtt a tervbe vett gépipari gyártmány immár megindokolt és elfogadott megvalósítása érdekében kidolgozott ún. műszaki tervek elkészítésére irányul. A műszaki tervek több variációban /akár egymással párhuzamosan is/ készülhetnek, és ezeket úgy foghatjuk fel, mint a majdan kész gyártmány összeállítási rajzait. Ennek keretében tisztázzák a működési folyamat lehetséges változatait, valamint a gépipari termék gyártási változatait, technológiai variánsait. Ez utóbbi a gyártó vállalat lehetőségeinek is függvénye a rendelkezésre álló gyártóeszközök, illetve esetleges kooperációs igény felmerülése miatt. A termék előállítási technológiájában alternatívák nyilvánulnak meg. /Pl. egyes alkatrészek esztergálással, marással, de akár porkohászati eljárással készíthetők, megmunkálásuk általános rendeltetésű vagy esetleg csak célgépeken végezhető stb./.

A műszaki tervek variánsait ismét zsüri bírálja el, ennek összetételében azonban a folyamatot tervező, a gyártástechnológus és természetesen a szerkezettervező konstruktőr szakértőknek van elsőrangú szerepük.

A jóváhagyott műszaki terv alapján - a zsürizés folyamán esetleg felmerült módosítások végrehajtásával - kerülhet sor a

kiválasztott megoldás kipróbálására. Ez elméleti, esetleg kutatási - és ennél fogva az utóbbi nem szigorúan vett konstrukciós - munka, amely a gyártmánnyal betölteni kívánt rendeltetési folyamat modelljének megalkotásával, ezen belül a modell analízisével és szintézisével kapcsolatos. A tulajdonképpeni kérdés annak eldöntése, hogy milyen módon számítható a berendezésben lezajló, a gépben végbemenő folyamat /a cukorgyári melasz besűritése a keverős autoklávban, a cukor kristályosítása vagy fehérítése más készülékekben; illetve a szállított gáz jellemzői a ventilátor előtt és mögött stb./.

A konstrukciós tevékenységben ezt ujabb bírálat követi, amelynek elsődleges célja a tervbe vett gyártmány kivitelezésével kapcsolatos tényezők vizsgálata, a szükséges módosítások ajánlása, illetve kedvező esetben a működő kísérleti minta elkészítésére vonatkozó javaslat kialakítása.

A működő kísérleti minta tervezése, majd részletrajzainak elkészítése - és azt követő előállítás - lehetővé teszi egy kísérleti példányon az eddig nem tisztázott kérdések megvizsgálását. Ezt követi a működő mintapéldány olyan bírálata és ellenőrzése, amelynek eredménye módosítás vagy újra elkészítés, illetve - kedvező tapasztalatok alapján - a konstrukciós tevékenység következő fázisához utalás. E vizsgálatok, próbák tisztázhatják a működési folyamatban nyitva maradt egyes kérdéseket /pl. a számítással követés pontosságának növelését,

minősíthetik a teherbirási méretezést stb./.

A konstrukciós tevékenység következő nagyobb szakasza az un. prototípus vagy más néven első példány megtervezése és vizsgálata. Ez a tevékenység a kísérleti mintapéldány tapasztalatai alapján kialakított irányelvek és utasítások elkészítésével kezdődik, majd a prototípus terveinek, formatervezésének és részletrajzainak, illetve kiegészítő dokumentációknak az összeállításával folytatódik és a prototípus terveinek ellenőrzésével - hiba esetén a megfelelő előző lépéshez való visszacsatolással -, megfelelő tervek esetén pedig az első példány /esetleg első néhány példány/ elkészítésével folytatódik. Miután a prototípus szerepe kettős, nevezetesen kiviteli tervei elvileg már végleges tervek, további kipróbálása pedig üzemi jellegű, ezért elengedhetetlen a mérési és kipróbálási utasítások /programok/ kidolgozása, valamint a laboratóriumi vagy üzemi próbák elvégzése.

A konstrukciós tevékenység következő szakasza az eddigiek szerint megtervezett gépipari termék gyártási terveinek elkészítése. Ebben a fázisban az elkészítés, a kivitelezés körülményei uralkodnak, a konstrukciós tevékenység eme szakasza ezért tartalmában különbözhet egyedi gyártmány, sorozatgyártmány, vagy tömegesen előállított gyártmány esetében. Mindegyik esetre jellemző a gyártmányterv összeállítása, a gyártmányterv részletrajzai /egységek, alkatrészek, az utolsó, már nem szerelt al-

katrészig bezárólag/, valamint a gyártmányterv kiegészítő dokumentációi, az un. gépkönyv, használati utasítás stb.

Maga a gyártás próbagyártással indul, amit 0-sorozatnak /null-sorozat/ neveznek. A gyártmánytervek ellenőrzése - hibátlan tervek esetén - jóváhagyással zárul és a gyártmány elkészítése megkezdődhet.

A gyártásba adással a konstrukciós tevékenység még nem ér véget. Egyrészt a korábbi fázisokban számos körülményt kellett a konstrukciós tevékenység folyamán figyelembe venni, amelyeket összefoglalóan a konstrukció gyártáshelyességének nevezhetünk. A gyártáshelyesség megtartása a triviális követelményektől /géprajzi, gépszerkezettani, gyártástechnológiai/ a gyártó vállalat adottságainak figyelembe vételén és a gyártmány darabszámán keresztül számos egyéb követelményt tartalmaz. Ilyen a felhasznált anyag /fém/ és előállítási technológia összhangja, a méret-, stb. ellenőrzés könnyű és biztonságos elvégzése, a szerelhetőség és a nem üzemszerű terhelések figyelembevétele /szállítási és tárolási deformáció, emelési lehetőség stb./, a karbantartás /pl. kenés, tisztítás/ és a javítás lehetőségeinek /pl. gyorsan kopó alkatrészek cseréje/ egyszerűsége és gazdaságos megoldása, a munkavédelmi és munkaegészségügyi követelmények kielégítése.

A gyártás folyamán a konstrukció elkészítésével kapcsolatos, a gyártmány működése közben pedig a funkcióval és részben a

szerkezettel kapcsolatos tapasztalatok gyűjtése, rendezése, célszerű dokumentálása, valamint - visszatérő, vagy legalább sorozatgyártmány esetén. - a konstrukció időnkénti vizsgálata, adott esetben továbbfejlesztése megannyi része a konstrukciós tevékenységnek.

A gépipari tervezés fenti diszkurzív folyamatának végigkísérése a konstrukciós tevékenység alapelemeit ölelte fel. Mind-ezeken kívül számos járulékos elemet találunk az ilyen tevékenységben. Ezek körében a konstrukciós tevékenységben követhető általános elvekhez tartozik a munka olyan szervezése, elosztása, hogy maradjon kapacitás rendkívüli problémák /korábbi konstrukciókkal kapcsolatos/ megoldására és a konstrukciós tevékenység önfenntartó szervezésére, tökéletesítésére. Kívánatosak a kötetlen és szervezett eszmecserék, a bővített szellemi kapacitással való tervezés /zsűriben való szereplés/, az ismert vagy hasonló szerkezeti megoldások vizsgálata, a dokumentáció rendszeres karbantartása, az ismétlődő elemek és módszerek rendszeres felhasználása, szabványismeret és alkalmazás /esetenként részvétel szabványalkotásban/, a konstrukciós tevékenység információ-ellátottságával kapcsolatos tevékenység /piaccal kapcsolatos, napi feladatokat segítő, gyártás és konstruktőr közötti, hatósági, jogi, illetve a lassabban változók között a szakirodalmi, továbbképzési, saját eredményeket ismertető és a nyelvismerettel kapcsolatos/, de ide sorolható a számítástechnika elsajátításához, alkalmazásához kötött tevékenység is.

3.2.2. A gépészmérnöki konstrukciós tevékenység műveleti csoportjai

A /31/ tanulmány szerinti, a tervezés egész menetét leíró folyamatábrát elemezve úgy találtuk, hogy a konstrukciós tevékenység egésze jellegzetes szakaszokra bontható és e szakaszok mindegyikében mód van a jellegzetes résztevékenységek körvonalazására. Az alábbiakban ismertetjük az így felépülő tevékenységi struktúrát, amelyet komplex rendszerként kezelünk.

A tervezési tevékenység elemeinek kibontása mellett arra is gondot fordítottunk, hogy a /24/ szerinti rendszerelemzéshez a jellegzetesnek tartott elemeket megjelöljük. Ezek a rendszerösszetevőinek leírása előtt találhatóak, kettős indexük közül az első a konstrukciós tevékenység jellegzetes szakaszát, a második pedig az e szakaszon belüli helyet jelöli. Az így adódó jelképek halmaza a későbbi kezelést könnyíti meg, majd az eredmények bemutatásánál visszaállítjuk az eredeti szöveges meghatározást.

1. A konstrukciós munkát megelőző tevékenység

1.1. Az impulzus megjelenése

E₁₁ 1.11. Kereskedelmi természetű /piac, rendelés, vállalati gazdaságosság növelése/;

E₁₂ 1.12. Műszaki természetű /szabadalom, ujitás, vállalati műszaki fejlesztési terv/;

1.2. Az impulzus értelmezése /feladat-megfogalmazás/

- E₁₃ 1.21. Előzmények /konstrukcióról/, információk, fejlődési trend;
- E₁₄ 1.22. Megkivánt funkció, adatok, jellemzők /főméretek, működési biztonság, fejlesztés elvi módja/;
- E₁₅ 1.23. Szükséges időráfordítás, költségek /ár, önköltség, nyereség/;

1.3. A siker valószínűségének vizsgálata

- E₁₆ 1.31. Fejlesztési erőforrások /személyi, mérési-kísérleti, dokumentációs és információs rendszer, anyagi-gépi erőforrások, gyártási kapacitás/;
- E₁₇ 1.32. Gazdaságosság /megtérülés, darabszám, értékesítési időtartam/;

1.4. Műszaki-gazdasági birálat, döntés a tervbe vett konstrukció sorsáról

2. A fejlesztési döntéstől a kiviteli döntésig

- E₂₁ 2.1. A konstrukció funkcionális működésének elgondolási variációi;
- E₂₂ 2.2. A konstrukció elkészítési technológiájának variációi;
- 2.3. A kedvező variációt tartalmazó műszaki terv /terv-vázlat/ kiválasztása birálat, döntés alapján;

2.4. A rendeltetési folyamat /funkció/ modelljének megalkotása /papíron/

E₂₃ 2.41. Rendeltetési analízis;

E₂₄ 2.42. Rendeltetési szintézis;

2.5. A működési elvben tisztázott terv kiviteli elgondolása

E₂₅ 2.51. Terhelési analízis;

E₂₆ 2.52. Méretezési eljárás modellje /hasznoló gép alapján, vagy pl. számítógépes szimulációval/;

E₂₇ 2.53. Tönkremenetel határállapotának becslése, számítása;

E₂₈ 2.54. Dinamikai méretezés /nem rendeltetésszerű mozgás, rezgés/;

E₂₉ 2.55. Többparaméteres optimalás;

2.6. Birálat a kivitel szempontjából, visszacsatolás korábbi fázisra, vagy döntés az elfogadásról és további munkáról.

3. A kiviteli döntéstől a prototípus birálatáig

E₃₁ 3.1. Kísérleti példány terveinek elkészítése /a gépszerkezettani megoldások elvének lerögzítése/;

E₃₂ 3.2. Kísérleti példány műhelyrajzainak elkészítése /részek alakja, feladata, elkészítési módja/;

- E₃₃ 3.3. Kísérleti példány vizsgálati programjának össze-
állítás;
- E₃₄ 3.4. Laboratóriumi vizsgálatok, tartampróbák elvégzése;
3.5. Kísérleti példány működési ellenőrzése, bírálata;
- E₃₅ 3.6. A tapasztalatok alapján irányelvek készítése a
prototípus tervezéséhez;
- E₃₆ 3.7. A prototípus /első példány/ terveinek, formatervé-
nek elkészítése;
- E₃₇ 3.8. A prototípus részletrajzainak elkészítése /alkat-
részeken technológiai műveletek véglegesítése/;
- E₃₈ 3.9. Kiegészítő dokumentáció elkészítése /mérési, ki-
próbálási programok/;
- 3.10. Rajzellenőrzések;
- 3.11. Prototípus-példány(ok) elkészítése;
- 3.12. Laboratóriumi vagy üzemi próbák elvégzése;
- E₃₉ 3.12.1. paraméterek /teljesítmény stb./;
- E₃₁₀ 3.12.2. működés biztonsága;
- E₃₁₁ 3.12.3. üzemeltethetőség;
- E₃₁₂ 3.12.4. élettartam;
- 3.13. A prototípus-vizsgálat eredményeinek összesítése,
műszaki és esztétikai bírálathoz, döntés a gyártha-
tóság felől

4. Gyárthatósági döntéstől a gyártásba adásig

- E₄₁ 4.1. Gyártmányterv összeállítása /alak, méret, anyag, elkészítési technológia/;
- E₄₂ 4.2. Gyártmányterv részletrajzai, elkészítési műveletek sorrendje;
- 4.3. Gyártmányterv kiegészítő dokumentációja;
- E₄₃ 4.31. gépkönyv összeállítása;
- E₄₄ 4.32. kezelési és karbantartási utasítás elkészítése;
- E₄₅ 4.33. alkatrészjegyzék összeállítása /csere, pótlás, utánrendelés/;
- 4.4. Ellenőrzés
- E₄₆ 4.5. Null-sorozat dokumentációjának elkészítése /csak sorozatgyártás esetén/ a szerszámozás kívánalmai szerint;
- 4.6. Ellenőrzés a sorozatgyártás szemszögéből.

5. Gyártástól a gyártmány /konstrukció/ elavulásáig

- E₅₁ 5.1. A gyártmány működésével kapcsolatos tapasztalatok;
- E₅₂ 5.2. A gyártás helyességének tapasztalatai;
- E₅₃ 5.3. A szerelhetőségre vonatkozó tapasztalatok /gyártáskor és szervizben/;

- E₅₄ 5.4. A karbantartásra és javításra vonatkozó tapasztalatok /szervizben, műhelyben/;
- E₅₅ 5.5. A gyártmányra vonatkozó előírások /pl. hatósági/ változásai;
- E₅₆ 5.6. Az alapanyagok, kereskedelmi áruk, részegységek változásai /beszerzés, kooperáció/;
- E₅₇ 5.7. A gyártmány elavulása /műszaki vagy gazdaságossági oldalról/ és fejlesztésének előre látható szükségessége /visszatérés az 1. fázishoz/;

A fenti műveleti sorozat - leszámítva az iteratív, visszacsatolásnak számító hurkokat - valamely gépipari termék teljes "pályafutását" tartalmazza, kiemelten a fejlesztési szükséglet felmerülésétől a gyártásba adásig terjedő szakaszt.

A konstrukciós tevékenység szempontjából a fent leírtakat kezeljük úgy, mint valamely komplex rendszert, amelyben az egyes fázisok alrendszerek. A végső cél /nevezetesen a gépipari termék/ szempontjából érdektelen, hogy egy-egy fázis a többivel valamely kapcsolatban /pl. időbeli egymásutániség/ van vagy sem, miután a cél elérése érdekében minden fázisnak teljesülnie kell. Ahhoz, hogy a konstrukciós tevékenység műveleti elemeinek a cél elérésében játszott szerepét, részesedésének mértékét meg tudjuk határozni, célszerűnek látszik az alrendszereken belül és azok között összehasonlítási elemzést, preferencia-vizsgálatot végezni. Remélhető, hogy a preferencia-vizsgálat

folyamán sikerül a tevékenység-csoportok súlyát meghatározni. Siker esetében az általuk feltételezett, megvalósításukhoz szükséges képességek, illetve készségek, ismeretek viszonylagos súlyára is következtethetünk. Ezzel a tevékenységek csoportjaiból, elemeiből visszakövetkeztetünk a gépészmérnök képzése folyamán szükségesnek mutató ismeretekig. Az alább következő jelentőségvizsgálati eljárás minőségi természetű összevetésen alapul, kezelési módszernek tekintjük, mivel önmagában véve még nélkülözi a tervezési folyamat intuitív természetű oldalának vizsgálatát, és ebből következően - vagy ettől függetlenül - a konkrét szellemi tevékenység lehetséges mértékben definiált elemeit, valamint azok lehetséges minősítését nem tartalmazza.

A rendszerelemzéshez két előfeltevéssel éljünk! Az egyik, hogy a folyamatban a döntési pillanatot és a gyártást /elkészítés mozzanatát/ hagyjuk figyelmen kívül. Ennek oka, hogy a döntés rendszerint zsűrizés eredménye és benne a konstrukciós tevékenység nem domináns /noha a konstruktőr jelen van/, továbbá a gyártás ugyancsak nem konstrukciós tevékenység /jóllehet pl. kísérleti gép elkészítésénél a konstruktőr gyakran jelen lehet/. A másik előfeltevés, hogy minden tevékenységi lépést eredményesnek tekintünk, nem törődve az esetleges iteratív hurkok miatti ismétlésekkel /azok ugyanis feltételesek és figyelembe vételük nehézkes, illetve a tevékenységi elem minőségén nem változtat, amint jelentőségén sem/.

Vegyük sorra az alrendszereket!

/1/ alrendszer: A konstrukciós munkát megelőző tevékenység. Elemek, műveleti csoportok száma /ld $E_{11} - E_{17}$ / $n = 7$, az

összes lehetséges párok száma /páros összehasonlítás miatt/
 $0,5 \cdot n \cdot (n-1) / 2 = 0,5 \cdot 7 \cdot 6 = 21$;

Optimális párok Ross szerint /ld. /24/ 177 old. 4.2. táblázat,
 $m=7$ tényező/:

1-2 / 7-2 / 6-4 / 5-1 / 3-2 / 4-7 / 5-6 / 1-3 / 2-4 / 7-5 / 8-1 /
 4-3 / 5-2 / 6-7 / 1-4 / 3-5 / 2-6 / 7-1 / 4-5 / 3-6 / 2-7 / ;

Megjegyezzük, hogy a számok az E tényezők kettős indexében a
 második helyen álló számok /miután az első index az alrendszer
 sorszámát jelzi/, továbbá, hogy az aláhuzott csoportot tartjuk
 fontosabbnak.

A preferencia-táblázat a páros összehasonlítás eredménye alapján
 az alábbi /ld. /24/ 43. oldal, 1.2. táblázat/:

E_j	E_{11}	E_{12}	E_{13}	E_{14}	E_{15}	E_{16}	E_{17}	a	a^2	p	u
E_{11}	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0714	-1,473
E_{12}	1	+	1	0	1	1	1	5	25	0,7857	+0,79
E_{13}	1	0	+	0	1	0	1	3	9	0,50	-0,0
E_{14}	1	1	1	+	1	1	1	6	36	0,9286	+1,463
E_{15}	1	0	0	0	+	0	0	1	1	0,2143	-0,794
E_{16}	1	0	1	0	1	+	1	4	16	0,6429	+0,363
E_{17}	1	0	0	0	1	0	+	2	4	0,3571	-0,368
Σ	6	1	3	0	5	2	4	21	91		

Inkonzisztens körhármassok száma /a körtöbbségek Kendall bizonyítása szerint körhármassokra bonthatók/ /N.B.: Létezik ezek maximális száma, ld. lentebb/:

$$d = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (2n-1)}{12} - \frac{a^2}{2} = \frac{7 \cdot 6 \cdot 13}{12} - \frac{91}{2} = 45,5 - 45,5 = 0$$

Konzisztenciamutató $n = 7$ /páratlan/ számra

$$K = 1 - \frac{d}{d_{\text{Max}}} = 1 - \frac{24 \cdot d}{n^2} = 1, \text{ mert } d = 0.$$

A körhármassok hiánya és ezzel a konzisztenciamutató egységnyi értéke arra utal, hogy a páros összehasonlításban teljes volt a következetesség.

A táblázatban az a értéke a preferencia gyakorisága, ennek négyzete szerepel a körhármassok meghatározásában.

A preferencia-arány /hogy $a=0$ eset is értelmezhető legyen/:

$$p = \frac{a + 0,5}{n}.$$

A preferencia-arány már olyan mutató, amely valamelyik tényező gyakorisági valószínűségére utal.

A preferencia-arányokból a standardizált normális eloszlásnak megfelelő értékek /transzformált értékek/ meghatározhatók /ld. /24/ 44. oldal 1.3. tábl./.

Ennek alapján az intervallum-skála /különbségek jellemzők a preferenciára!/:

$$E_{14} = + 1,463 \div 100 \quad \text{és} \quad E_{11} = - 1,473 \div 0 \text{ skálapontok, ill.}$$

$$E_{13} = \frac{- 0 - /-1,473/}{+1,463 - /-1,473/} \cdot 100 = \frac{1,473}{2,936} \cdot 100 = 50,17$$

$$E_{12} = \frac{+ 2,263}{+ 2,936} \cdot 100 = 77,08$$

$$E_{15} = 23,13, \quad E_{16} = 62,70, \quad E_{17} = 37,64$$

és ezzel a preferencia-sorrend:

$$E_{14} \rightarrow E_{12} \rightarrow E_{16} \rightarrow E_{13} \rightarrow E_{17} \rightarrow E_{15} \rightarrow E_{11}$$

$$\text{kbség: } 23 \quad 14 \quad 13 \quad 12 \quad 15 \quad 23 .$$

/2/ alrendszer: A fejlesztési döntéstől a kiviteli döntésig.

Ha erre felírjuk az optimális párokat, majd elvégezzük az /1/ alrendszerénél ismerttetett számítást /részleteket az 1. számú mellékletben adtam meg/, preferencia-sorrendnek az alábbiak adódnak:

$$E_{26} \rightarrow E_{21} \rightarrow E_{29} \rightarrow E_{22} \rightarrow E_{24} \rightarrow E_{25} \rightarrow E_{27} \rightarrow E_{28} \rightarrow E_{23}$$

$$\text{kbség } 15 \quad 12 \quad 11 \quad 23 \quad 15 \quad 24 .$$

/3/ alrendszer: A kiviteli döntéstől a prototípus bírálatáig.

A 12 elemmel elvégzett műveletek alapján a preferencia-sorrend az alábbi:

$$E_{31} \rightarrow E_{32} \rightarrow E_{36} \rightarrow E_{34} \rightarrow E_{37} \rightarrow E_{33} \rightarrow E_{35} \rightarrow E_{310} \rightarrow E_{39} \rightarrow E_{38} \rightarrow E_{311} \rightarrow E_{312}$$

$$\text{kbség } 32 \quad 10 \quad 14 \quad 7 \quad 15 \quad 10 \quad 12 .$$

/4/ alrendszer: Gyárthatósági döntéstől a gyártásba adásig.
A 6 elemmel elvégzett, ismert műveletek alapján adódó preferencia-sorrend:

$$E_{42} \rightarrow E_{41} \rightarrow E_{44} \rightarrow E_{43} \rightarrow E_{46} \rightarrow E_{45}$$

különbség 26 17 15 16 25.

/5/ alrendszer: Gyártástól a gyártmány /konstrukció/ elavulásáig. A 7 elemet figyelembe vevő számítások eredményéül az alábbi preferencia-sorrend adódik:

$$E_{51} \rightarrow E_{54} \rightarrow E_{57} \rightarrow E_{56} \rightarrow E_{53} \rightarrow E_{52} \rightarrow E_{55}$$

különbség 23 14 12 13 14 23 .

/1-5/ rendszer: Gépipari termék konstrukciós folyamata.

Az 5 alrendszerrel /elemmel/ elvégezve az ismert műveleteket, az alrendszerek között az alábbi preferencia-sorrend adódik:

$$E_3 \rightarrow E_2 \rightarrow E_4 \rightarrow E_5 \rightarrow E_1$$

különbség 30 20 20 30 .

A tevékenységi csoportok /elemek/ súlyszámainak megállapításához elegendő a preferencia-gyakoriságot figyelembe venni egy-egy alrendszerben, mivel a standardizált normális eloszlás - a transzformáció révén - a gyakorisághoz rendelt együttjáró

érték, míg a gyakoriságok összege nem más, mint a rendszer-
elemekre egyenként vett 50 %-os gyakoriságok összege /7 elem
esetében 3,5 akkor, ha tizedesekkel számolunk és $100 \% = 1,0/$.

E felismerés alapján eliminálható az a probléma, hogy minden
alrendszerben, de a komplex rendszerben is van egy-egy olyan
skálapont, amelyet nullával jelöltünk és így a relevancia /je-
lentőség/-fa módszere /PATTERN/ alkalmazásához szorzási műve-
letre alkalmatlan elemet nem tudnánk figyelembe venni.

A teljes, komplex rendszer elemeinek súlyszáma a PATTERN mód-
szer /24/ szerinti alkalmazásához az alábbi:

Konstrukció /főcél/

$E_1 = 0,1$	$E_2 = 0,7$	$E_3 = 0,9$	$E_4 = 0,5$	$E_5 = 0,3$
$E_{11} = 0,07$	$E_{21} = 0,72$	$E_{31} = 0,96$	$E_{41} = 0,75$	$E_{51} = 0,93$
$E_{12} = 0,79$	$E_{22} = 0,61$	$E_{32} = 0,79$	$E_{42} = 0,92$	$E_{52} = 0,21$
$E_{13} = 0,5$	$E_{23} = 0,06$	$E_{33} = 0,46$	$E_{43} = 0,42$	$E_{53} = 0,36$
$E_{14} = 0,93$	$E_{24} = 0,61$	$E_{34} = 0,71$	$E_{44} = 0,58$	$E_{54} = 0,79$
$E_{15} = 0,21$	$E_{25} = 0,80$	$E_{35} = 0,46$	$E_{45} = 0,08$	$E_{55} = 0,07$
$E_{16} = 0,64$	$E_{26} = 0,83$	$E_{36} = 0,79$	$E_{46} = 0,25$	$E_{56} = 0,50$
$E_{17} = 0,36$	$E_{27} = 0,28$	$E_{37} = 0,54$	---	$E_{57} = 0,64$
---	$E_{28} = 0,17$	$E_{38} = 0,21$		---
	$E_{29} = 0,72$	$E_{39} = 0,29$		
	---	$E_{310} = 0,46$		
		$E_{311} = 0,21$		
		$E_{312} = 0,12$		

Az alrendszerek elemeit azonos szintűnek tekintve olyan fésűs ábrára gondoljunk, amelyben ezek az elemek a fésűfogak! Ilymódon a komplex rendszer, alrendszer, elem lépcsőzésű célhierarchiához jutunk.

Ennek megfelelően az alrendszer-elemek célhoz való hozzájárulása a helyi súlyszám /azaz preferencia-gyakoriság/ és a saját alrendszerre jellemző súlyszám /azaz az alrendszer preferencia-gyakorisága/ szorzatával állitható elő.

Például: A konstrukció létrehozásában szerepe van az E_{12} , az E_{36} és az E_{54} tevékenység-elemeknek. Mindegyik helyi súlyszáma 0,79 értékű, ám az egész konstrukcióban való jelentőségük különböző: E_{12} -nél $0,79 \cdot 0,1 = 0,079$, E_{36} -nál $0,79 \cdot 0,9 = 0,711$ és E_{54} -nél $0,79 \cdot 0,3 = 0,237$ értékkel jellemzett. Ez azt jelenti, hogy az E_{36} /prototípus terveinek, formatervének elkészítése/ fontosabb E_{54} -nél /karbantartási és javítási tapasztalatok/, az utóbbi pedig E_{12} -nél /műszaki természetű impulzus a fejlesztésre/. A véletlen példa jól tükrözi az eljárás jellegét és használhatóságát.

Az előbbieket alapján az egyes tevékenység-elemek részesedése a konstrukció, mint fő cél elérésében az alábbi:

$E_{11} = 0,007$	$E_{21} = 0,504$	$E_{31} = 0,864$	$E_{41} = 0,375$	$E_{51} = 0,279$
$E_{12} = 0,079$	$E_{22} = 0,427$	$E_{32} = 0,711$	$E_{42} = 0,460$	$E_{52} = 0,063$
$E_{13} = 0,050$	$E_{23} = 0,042$	$E_{33} = 0,414$	$E_{43} = 0,210$	$E_{53} = 0,108$
$E_{14} = 0,093$	$E_{24} = 0,427$	$E_{34} = 0,639$	$E_{44} = 0,290$	$E_{54} = 0,237$
$E_{15} = 0,021$	$E_{25} = 0,350$	$E_{35} = 0,414$	$E_{45} = 0,040$	$E_{55} = 0,021$
$E_{16} = 0,064$	$E_{26} = 0,581$	$E_{36} = 0,711$	$E_{46} = 0,125$	$E_{56} = 0,150$
$E_{17} = 0,036$	$E_{27} = 0,196$	$E_{37} = 0,486$	----	$E_{57} = 0,192$
----	$E_{28} = 0,119$	$E_{38} = 0,189$		----
	$E_{29} = 0,504$	$E_{39} = 0,261$		
		$E_{310} = 0,414$		
		$E_{311} = 0,189$		
		$E_{312} = 0,108$		

-

És így a tevékenység-elemek abszolút hozzájárulási sorrendje a konstrukcióhoz /a csökkenő súlyszámoknak megfelelő sorrendben/

$E_{31} / E_{32}, E_{36} / E_{34} / E_{26} / E_{21}, E_{29} / E_{37} / E_{42} / E_{22}, E_{24} /$
 $E_{33}, E_{35}, E_{310} / E_{41} / E_{25} / E_{44} / E_{51} / E_{39} / E_{54} / E_{43} / E_{27} /$
 $E_{57} / E_{38}, E_{311} / E_{56} / E_{46} / E_{28} / E_{312}, E_{53} / E_{14} / E_{12} / E_{16} /$
 $E_{52} / E_{13} / E_{23} / E_{45} / E_{17} / E_{15}, E_{55} / E_{11} //$

A szimbolikus jelölést visszafordítva /"dekódolva"/ a gépészmérnöki konstrukciós tevékenység műveleti csoportjaira, illetve azok szöveges meghatározására, olyan tevékenység-sort kapunk, amely valamely adott gépipari konstrukció kialakításához való hozzájárulás mértéke szerint rendezi a tevékenység műveleti csoportjait. Ezt a fontossági rangsort a következőkben mutatjuk be:

E₃₁ - Kísérleti példány terveinek elkészítése /a gépszerkezettani megoldások elvének lerögzítése/,

E₃₂ - Kísérleti példány műhelyrajzainak elkészítése /részek alakja, feladata, elkészítési módja/,

E₃₆ - Prototípus terveinek, formatervének elkészítése...

Mivel ezek a műveleti csoportok a jelen 3.2.2. szakasz elején a diszkurzív folyamat elemeiként is szerepelnek, az eredményként kapott teljes rangsorukat a 2. számú mellékletben tüntettük fel.

Ezzel megkaptuk a konstrukciós tevékenységi elemek teljes rangsorát, amelyhez majd hozzárendeljük a képzési szint /követelmények/ adekvát elemeit.

3.2.3. A gépészmérnöki ismeretek, készségek, jártasságok képességek a képzés oldaláról

A gépészmérnökre jellemző műveltség, ismeretek, képességek, készségek, jártasságok a képzés folyamán alakíthatók ki, illetve alakulnak ki. Vizsgálatainkat ezért folytassuk a gépészmérnök-képzés oldalán, vegyük szemügyre a képzési szint tantervben, tananyagban megtestesülő jegyeit!

Tekintsük a képzést komplex rendszernek hasonlóan ahhoz, ahogy a tevékenység elemzése során tettük a tevékenység egészével. Ez esetben a komplex rendszer a tantervbe, programokba foglalt ismeretek teljes körére kiterjed és a következő strukturát /komplex alrendszereket/ mutatja:

- a/ karon közös tantárgyak,
- b/ szakon közös tantárgyak,
- c/ ágazati közös tantárgyak /legalább két ágazatra jellemzően/,
- d/ ágazati tantárgyak.

Miután hazánkban a gépészmérnökök képzésére a kari /főiskolák esetében intézményi/ tagozódás jellemző, a karon közös tantárgyak csoportja egy-egy intézményben azonos. Valamely szak elemzése folyamán a vizsgálat köréből kirekeszthető a közös tantárgyak csoportja, illetve két szak összehasonlításakor a különbség nem lévén jellemző, elhagyható. /Teljes, tehát nem

szűkített vizsgálatba ezt a csoportot is be kell vonni./

Mint láttuk, a komplex alrendszer tantárgyak csoportjából áll, részei a rendszerek /tantárgyak/, a rész-rendszer /több féléves tantárgynál az egy félévre jutó tananyag-rész/, a rendszer-oldal /előadás vagy gyakorlat/ és a rendszer-elem /tantárgyi téma/. A tananyag illetően terjedelmi csökkenésével párhuzamos részekre bontása hierarchikus, jóllehet az elnevezések esetlegesek és önkényesnek tűnhetnek. A teljes struktúra valamennyi alkotójának közös jellemzője, hogy - miután a tantervbe rendezett tanulmányi anyag csak külön eljárás keretében változhat - a képzési struktúrában elfoglalt helyét egyben súlyszám, nevezetesen a részére megszabott órakeret jellemzi.

Ez utóbbi értelmében valamely tantárgy összes óraszámra súlyozza a részeseését a szakra jellemző képzési szintben. Hasonlóképpen egy-egy tantárgy előadási óraszámra a képzési szintben az ismereteket /az előadás nálunk szokásos jellegéből következően az ismeretek mennyiségét/ mutatja, míg az adott tantárgy gyakorlati /szemináriumi/ óraszámra az ismereteken túlmutató jártasság vagy készség, képesség kialakítási igényére enged következtetni. Ily módon a struktúra alkotóinak a képzésből való súlyozott részeseése a tantervi adatokból és a tantárgyi programokból megállapítható.

A fentiek szerinti vizsgálatot egy egyetemi kar géptervező szakjának két ágazatára együttesen végezzük el.

A képzési célok szerint a géptervező szak gépek és gépszerkezetek tervezésére és szerkesztésére készít fel. Ezek a célok tartalmukban megegyeznek a 2.3. szakaszban a /17/ szerinti idézetben foglaltakkal.

Közelebb jutunk a szakon belüli speciális képzés lényegéhez, ha az ágazati képzés tartalmát vizsgáljuk.

A vizsgált ágazatok közül a gépszerkesztő ágazat képzési célja

"olyan konstruktőrök kiképzése, akik képesek különböző eljárástechnológiai, anyag- és gyártástechnológiai munkagépek, célgépek és egyéb, elsősorban szerkezettervezést igénylő eszközök /mint pl. közszükségleti tömegcikk, szolgáltatóipari eszközök, szakosításból kieső szakterületek gépei stb./ megtervezésére. Mélyreható irányítástechnikai ismereteik révén képesek a munkafolyamatok mechanizálására és automatizálására, valamint az ehhez szükséges szerkezeti elemek, szerkezeti egységek és gépek technológia-helyes megtervezésére."

A vizsgálatba vont műszertechnikai ágazatban pedig

"a géptervező szaktárgyakra építve az ágazati oktatás során olyan mérnökök képzése a cél, akik a korszerű gyártás mérési és műszertechnikai feladát képesek megoldani, beleértve a műszerek és berendezések tervezését is. Ehhez tájékozottnak kell lenniük a műszerek elméletében, szemléletükben

a tudományterületeket integráló rendszertechnika alapján kell állniuk, kiegészítve azt a korszerű számítástechnika alkalmazási készségével. Az ágazaton képzett mérnököknek a számítástechnika gépészeti jellegű berendezéseinek tervezését is el kell sajátítaniuk, valamint a műszeripari igényeknek megfelelően optikai és műszertechnológiai ismeretek birtokába is kell jutniuk."

A két kiragadott ágazat összehasonlítását is lehetővé tevő vizsgálatot kezdjük a képzési óraszámok meghatározásával. Miután a gépszerkesztő ágazat /jelöljük GSZ rövidítéssel/ és a műszertechnika ágazat /jelöljük MÜ-vel/ összes óraszám - az eltérő kíméretű ágazati tantárgyak miatt - eltér egymástól, mind az összes óraszámok, mind az ezekből képzett mutatók egymástól különböznek. Az óraszámok a tantervi összesítő táblázatból vett értékek /32/.

A képzési óraszámok /a karon közös tantárgyak mellőzésével/:

	GSZ	MÜ
összes képzési óra száma $/T_0/$	1176	1204
összes előadói óra száma $/T_E/$	728	714
összes gyakorlati óra száma $/T_G/$	448	490

A számeredmény a szakon közös $/\Sigma S_n/$, az ágazati közös $/\Sigma A_{k_n}/$ és az ágazati $/\Sigma A_n/$ tantárgyakra adott értékek megfelelő összegéből származik.

1. A szakon közös tantárgyak részesedése a képzési időből
/S jelű komplex alrendszer/:

		GSZ	MŰ
összes	$t_{\text{ös}} = \frac{S \text{ ö}}{T_{\text{ö}}} = \frac{602}{1176} = 0,512$	$\frac{602}{1204} = 0,50$	
előadás	t_{ES}	0,50	0,51
gyakorlat	t_{GS}	0,531	0,486

2. Ágazati közös tantárgyak részesedése /Ak jelű komplex al-
rendszer/:

	GSZ	MŰ
$t_{\text{öAk}}$	0,202	0,198
t_{EAK}	0,212	0,215
t_{GAK}	0,188	0,171

3. Ágazati tantárgyak részesedése /A jelű komplex alrendszer/:

	GSZ	MŰ
$t_{\text{öA}}$	0,286	0,302
t_{EA}	0,288	0,274
t_{GA}	0,281	0,343

A karon közös tantárgyak mellőzéséből következően az egy ágazatra jellemző részesedési aránymutatók összege egy lesz, azaz 100 % /ami pl. a t_0 értékek összegezésével:

$$0,512 + 0,202 + 0,286 = 1,0 \text{ belátható/}.$$

Ezzel a komplex alrendszerek súlyozó mutatóit - a tantervi óraszámoknak megfelelően - meghatároztuk.

Hasonló módon meghatároztuk valamennyi alrendszeren belül az egyes ismerethordozó rendszerekre /tantárgyakra/ vonatkozó súlyozó mutatókat, a fentiekhez hasonlóan három aspektust - nevezetesen az összes, az előadási és a gyakorlati foglalkozási oldalt - véve figyelembe. Az adatok táblázatosan a 3. számú mellékletben találhatók.

A végeredményként szereplő mutatószámok a karon közös tantárgyaktól eltérő /tehát tartalmilag jellegzetesen géptervező irányultságúnak tervezett/ képzésen belüli részesedést mutatják és skálaelméleti szempontból arányskála vagy abszolút skála értékűek, összehasonlításban tehát nemcsak a különbségük, hanem az egymáshoz viszonyított arányuk is mértékadó.

Az eredmények áttekintő összesítése a következő oldalon található:

Tantárgy	GSZ			MŰ			
	Ö	E	G	Ö	E	G	
S 1	4,8	3,8	6,3	4,6	3,9	5,7	
S 2	3,6	3,8	3,1	3,5	3,9	2,9	
S 3	3,6	3,8	3,1	3,5	3,9	2,9	
S 5	2,3	3,8	---	2,3	3,9	---	
S 6	8,3	7,7	9,3	8,1	7,9	8,6	
S 7	10,7	11,5	9,3	10,4	11,8	8,6	
S 8	17,9	15,4	21,9	17,4	15,7	20,0	
Ak 1	4,7	5,8	3,1	4,7	5,9	2,8	
Ak 2	4,7	3,9	6,3	4,7	3,9	5,7	
Ak 3	6,0	7,7	3,1	5,8	7,8	2,8	
Ak 4	4,7	3,9	6,3	4,7	3,9	5,7	
A 1	4,8	3,8	6,2	12,8	11,7	14,3	A 1
A 2	16,7	15,4	18,7	4,6	3,9	5,7	A 2
A 3	2,4	3,8	---	4,6	3,9	5,7	A 3
A 4	4,8	5,8	3,1	3,5	3,9	2,8	A 4
A 5	---	---	---	4,6	3,9	5,7	A 5

Az ágazati /A jelű/ tantárgyak a két ágazaton egymástól - értelemszerűen - olyannyira különböznek, hogy összehasonlításukról nem lehet szó. Ezzel szemben az első két csoport / S és Ak / tantárgyai mindkét ágazaton tartalmukban is azonosak.

Az összehasonlítás alapján tett összevetésből kitűnik, hogy

a/ a szakon közös tantárgyak ismeretforrás /előadások/ szempontjából mindkét ágazaton azonos preferencia-sorrendet mutatnak, vagyis

$$S\ 8 \rightarrow S\ 7 \rightarrow S\ 6 \rightarrow S\ 1, S2, S3, S5 ;$$

b/ az ágazatokon közös tantárgyaknál az előadási óraszám alapján preferencia-sorrend mindkét ágazaton azonos

$$Ak3 \rightarrow Ak1 \rightarrow Ak2, Ak4 ;$$

c/ a készség, képesség kialakítására jellemző gyakorlati óraszám szerinti preferencia-sorrend a szakon közös tantárgyakra nézve azonos, vagyis

$$S8 \rightarrow S6, S7 \rightarrow S1 \rightarrow S2, S3 \rightarrow S5 ;$$

d/ a két ágazaton közös tantárgyak tekintetében a készség, a képesség kialakulására jellemző gyakorlati óraszám szerinti preferencia-sorrend ugyancsak azonos

$$Ak2, Ak4 \rightarrow Ak1, Ak3 ;$$

e/ eltérés a szak két ágazata között mind az ismeretnövelő előadások óraszám, mind a készség-, képességkialakító gyakorlati óraszámok tekintetében - értelemszerűen - csak az ágazati tantárgyaknál van.

Az itteni megállapításokon kívül hasonlitsuk össze a táblázat alapján az egyes tantárgyak preferencia-sorrendjét, rendre

a három vizsgált aspektus /mint összes órák, előadás, gyakorlat/ szerint. Ennek alapján az időbeli kisméreten nyugvó "fontossági sorrend" az alábbi:

- a tantárgyakra jutó összes órákat illetően

GSZ S 8/.../S7/S6/Ak 3/...S 1/Ak 4, Ak 2, Ak 1/S 3,S 2/.../S 5 ;

MŰ S 8/.../S 7/S 6/Ak 3/Ak 4,Ak 2,Ak 1/...S 1/...S 3,S 2/S 5 ;

- az egyes tantárgyak előadási óraszama szerint /ismeretek növelése/

GSZ ...S 8/S 7/Ak 3,S 6/..Ak 1/Ak 4,Ak 2/..S 5,S 3,S 2,S 1 ;

MŰ S 8/S 7/.../S 6/Ak 3/Ak 1/..Ak 4,Ak 2,S 5,S 3,S 2,S 1 ;

- a készségfejlesztő gyakorlatokat illetően pedig

GSZ S 8/.../S 7,S 6/Ak 4,Ak 2, S 1/.../..Ak 3,Ak 1,S3,S 2/...S 5 ;

MŰ S 8/.../S 7,S 6/..Ak 4,Ak 2,S 1/S 3,S 2/..Ak 3,Ak 1/S 5 ;

Az egybevetésből kiviláglik, hogy - jóllehet nem elhanyagolható különbségek tapasztalhatók az egyes tantárgyak, vagy azok oldalainak súlyában - a preferencia-sorrend nagyjában azonos tendenciákat mutat a két ágazaton.

Az összehasonlításban a pontozott szakaszok az össze nem mérhető ágazati tantárgyak valamelyikének helyét jelölik. A korábban jellemzett csoportosításban szereplő tantárgyak jelölésén kívül most már szükséges megnevezése a 4. számú mellékletben található.

Az eddigi eredmények alkalmazásával kimutathatjuk a három aspektusból összehasonlított tananyagon belüli preferenciasorrend globális tartalmát. Ez a tantárgyakkal megnevezve az alábbi /baloldali eltérés GSZ-re, a jobboldali eltérés MŰ-re jellemző/

S 8 Gépszerkezettan

- /legjellemzőbb ágazati tantárgy/ -

S 7 Alkalmazott mechanika

S 6 Rendszertan és irányításelmélet

Ak 3 Forgácsnélküli megmunkálás

S 1 Gépipari technológia
+ két ágazati tantárgy

Ak 4 Irányítástechnika

Ak 2 Műanyag

Ak 1 Mechanizmusok

AK 4 Irányítástechnika

AK 2 Műanyag

AK 1 Mechanizmusok

S 1 Gépipari technológia

+ három ágazati tantárgy

S 3 Kalorikus gépek

S 2 Áramlástechnikai gépek + egy ágazati
tantárgy

egy ágazati tantárgy

S 5 Méréselmélet.

A tantárgyakra jutó összes órákon kívül az egyes tantárgyak előadási óraszám szerint az eredmény az alábbiakat tükrözi:

S 8 Gépszerkezet

+ egy ágazati tantárgy

S 7 Alkalmazott mechanika

S 6 Rendszertan és irányításelm.

Ak 3 Forgácsolás

egy ágazati tantárgy

Ak 1 Mechanizmusok
+ egy ágazati tantárgy

S 6 Rendszertan és
irányításelmélet

Ak 4 Irányítástechnika
Ak 2 Anyag

Ak 3 Forgácsolás

S 5 Méréselmélet
S 3 Kalorikus gépek
S 2 Áramlástechnikai gépek
S 1 Gépipari gyártástechnológia
+ két ágazati tantárgy

Ak 1 Mechanizmusok

Ak 4 Irányítástechnika
Ak 2 Anyag
S 5 Méréselmélet
S 3 Kalorikus gépek
S 2 Áramlástechn. gépek
S 1 Gépipari gyártástechn.
+ négy ágazati tantárgy

Egyértelműen látszik ebből, hogy az ismeretbővítő előadásokat illetően a preferencia a két konstruktor-ágazaton nem teljesen azonos, csupán azt lehet következetesnek találni, hogy az egyes tantárgyak, illetve itt preferencia-csoportok egymásutánisága mindkét ágazaton ugyanaz.

A készségalkító gyakorlati jellegű órák szemszögéből az alábbi súlyszerinti sor írható:

S 8 Gépszerkezettan

- jellegzetes ágazati tantárgy -

S 7 Alkalmazott mechanika

S 6 Rendszertan és irányításelmélet

Ak 4 Irányítástechnika

Ak 2 Műanyag + 3 ágazati tantárgy

S 1 Gépipari gyártástechnológia

egy ágazati tantárgy

S 2 Kalorikus gépek

S 2 Áramlástechn.gépek

S 3 Kalorikus gépek AK 3 Forgácsnélk.megmunk.

+ egy ágazati tantárgy

S 2 Áramlástechn.gépek Ak 1 Mechanizmusok

+ egy ágazati tant.

+ egy ágazati tant. S 5 Méréselmélet.

Ily módon a gyakorlati óraszámok szerint a két ágazaton nagymértékű a közösen és azonosan preferált tantárgyi gyakorlatok száma. Ezt a körülményt mind az értelmi neveléssel, mind a motoros tanulással összefüggő nevelési célok /de még az érzelmi-akarat neveléssel kapcsolatos célok/ tekintetében is olyan jelentőségűnek tekintjük, hogy - figyelemmel az ismeretbővítő előadások rangsorában megmutatkozó hasonlóságra is -

a továbbiakban ennek alapján kíséreljük meg a képzési szintre jellemző elemeket meghatározni, illetve összefoglalni.

A géptervező szak gépszerkesztő ágazatán az összes órák alapján számított tantárgyi preferencia-sorrend az alábbi:

- S 8 Gépszerkezettan /0,179/
- A 2 Technológiai gépek szerkezetana /0,167/
- S 7 Alkalmazott mechanika /0,107/
- A 6 Rendszertan és irányításelmélet /0,083/
- Ak 3 Forgácsnélküli megmunkálás /0,060/
- A 4 Szerszámgépek, automaták /0,048/
- A 1 Módszeres géptervezés /0,048/
- S 1 Gépipari gyártástechnológia /0,048/
- Ak 4 Irányítástechnika /0,047/
- Ak 2 Műanyag /0,047/
- Ak 1 Mechanizmusok /0,047/
- S 3 Kalorikus gépek /0,036/
- S 2 Áramlástechnikai gépek /0,036/
- A 3 Méréstechnika /0,024/
- S 5 Méréselmélet /0,024/

Az 5. számú mellékletben feltüntettük a vizsgálatba vont tantárgyak tömörített tantárgyi programjait, valamint a programok ismeretcsoportjaira jutó arányoknak megfelelő súlyszámot. Ennek felhasználásával meghatározható az egyes ismeretcsoportok

preferencia-sorrendje. Ez utóbbi - a tantárgyra jellemző jelcsoport és indexben az ismeretcsoporthoz tömörített program szerinti sorszámanak feltüntetésével - a következők szerint alakult:

A2₆, S7₄, S7₂, S7₁, A2₃, A2₇, S8₄, S8₆, S8₅, S1₁, A2₂, Ak3₃,

S3₂, Ak3₁, A2₄, Ak3₂, Ak1₄, S8₁, S8₉, S5₅, S1₂, Ak2₁, S8₃, S8₁₀,

S6₁₀, A2₅, Ak2₂, Ak2₃, Ak1₂, Ak1₃, A4₂, A4₇, A1₁, A1₂, A1₃,

S8₇, S8₈, S6₅, S6₇, S6₉, S6₁₁, S6₁₂, Ak2₄, Ak1₁,

S3₁, S3₃, S2₁, S2₂, S2₃, S2₄, S7₃, A4₆, A3₂, A1₄, A1₆,

Ak4₃, Ak4₄, Ak4₆, S8₂, S8₁₁, S8₁₂, A2₁, S6₂, S6₃, S6₆,

S2₅, S5₃, A3₁, Ak4₉, Ak4₁₀, S6₄, A1₅,

A4₁, A4₃, A4₄, A4₅, A4₈, A4₉, S1₃, S1₄, S1₅, A3₄, A3₅,

Ak4₁, Ak4₂, Ak4₅, Ak4₇, Ak4₈, S6₈, A3₃, A3₆, A3₇, S5₂,

Ak2₅, S6₁₁, S5₁, S5₄ .

Mindezek alapján az ismeretcsoporthoz tantervben foglalt jelentőségi sorrendje a következő:

- A2₆ - Gépek szerkezeti felépítése, hengerek, sajtolók,....
- S7₄ - Vékony héjak elmélete, ...
- S7₂ - Prizmatikus rudak szabad csavarása, ...
- S7₁ - Rugalmasságtan, képlékenységtan, stabilitás-elmélet;
- A2_{3,7} - Mozgásformák és hajtások,
 - Kiszolgálógépek, manipulátorok, robotok,
- S8_{4,6} - Modellvizsgálat, hasonlóság, élettartam, kifáradás, terhelésanalízis,
 - Mechanikai hajtáslánc, hidrosztatikus és pneumatikus hajtás;
- S8₅ - Mechanikai hajtások, fogazás, bolygóművek, differenciálművek, hajtóművek, váltóművek, ...
- S1₁ - Művelettervezés, forgácsolástechnológia, készülékezés,...
- A2₂ - Megbízhatósági elmélet;
- Ak3₃ - Képlékeny alakítás, kovácsolás, hidegalakítás, lemezalakítás,
- S3₂ - Energiaátalakulás gőz- és gázturbinákban; turbinák, áramlástanai kompresszorok, gőzturbinák, gázturbina, belsőégésű motorok;
- Ak3₁ - Öntészet, ...
- A2₄ - Munkagépek irányítása;
- Ak3₂ - Hegesztéstechnológia;
- Ak1₄ - Centrois- és bűtykös mechanizmusok, pontossági vizsgálatok, léptető hajtások, ... szabadonfutó;

- S8_{1,9} - Gépészeti hordozó- és állványszerkezetek, tartók, keretek;
- Elasztohidrodinamikusan /EHD/ kenés és alkalmazásai;
- S5₅ - Hibaszámítás, illeszkedés-vizsgálat, ... szórás-elemzés;
- Sl₂ - Gyártás hagyományos szerszámgéppel, ...
- Ak2₁ - Műanyagok szerkezete, viselkedésük modellezése, alkalmazásuk;
- S8_{3,10} - Öntött és hegesztett állványok, ... ragasztott könnyűszerkezetű tartók,
- Változó terhelésű hidrodinamikusan csapágyak, ...
- S6₁₀ - Zárt szabályozási rendszerek,
- A2₅ - Munkagépek állványrendszerei;
- Ak2_{2,3} - Műanyagfeldolgozás, bevonás, melegalakítás, ...
- Műanyag gépszerkezeti elemek tervezése, ...
- Akl_{2,3} - Karos mechanizmus több előírt helyzete, gyorsulás-állapot;
- Karos mechanizmusok dinamikája, ... gép-járás vizsgálatok;
- A4_{2,7} - Esztergaszerű szerszámgépek,
- Fogazógépek;
- Al_{1,2,3} - Alkotó gondolkodás folyamata, funkció, hatáskapcsolat...
- Hátasláncok, morfológiai hálózat, átalakítások ...
- Hibák, zavaró mennyiségek, ... sokszempontú helyesség; érvényesítése,

- S8_{7,8} - Gépalapozás, rezgés, zajszegény szerkezetek, zaj- és rezgésvizsgálatok,
- Tribológia /surlódás, kopás, kenés/, kopásmechanizmus;
- S6_{5,7} - Elemi rendszerek dinamikus analizise,
9,11 - Rendszerek leírása állapotmódszerrel,
12 - Nyílt vagy vezérlési rendszerek, dinamikájuk,
- Stabilitáskritériumok, strukturális és feltételes stabilitás,
- Nem lineáris szabályzórendszerek vizsgálati módszerei;
- Ak2₄ - Erősített műanyagyszerkezetek, felépítés, méretezés, szendvics-szerkezetek,
- Ak1₁ - Mozgás- és teljesítményátvitel, síkbeli karos mechanizmusok, ...
- S3_{1,3} - Tüzelőanyagtechnológia, reakciókinetika, ... gőzfejlesztők;
- Hűtéstechnika: hűtőfolyamatok, hűtőberendezések, ...
- S2₁ - Energiaközlés folyadékkal, gépműködési elvek, terhelési jelleggörbék;
- S2_{2,3,4} - Dimenziótlan tényezők, jellemző számok, hasonlóság;
- Örvénygép jelleggörbéi, szabályozás, elágazó vezetékek, ...
- Térfogat kiszorítás elvén működő gépek, gépkiválasztás;

- S7₃ - Alakváltozási és feszültségi állapot síkban, síkfeladat megoldási módszerei;
- A4₆ - Finomfelületi megmunkálás gépei, köszörű, hónoló, ...
- A3₂ - Felületmérés, szögmérés, erő-, nyomaték-, teljesítménymérés;
- Al_{4,6} - Ismétlődési-, család-, építőszekrény-elv, számítógépes tervezés,
- Ipari formatervezés, szindinamika, találmány, ujítás, licencia;
- Ak4_{3,4,6} - Teljesítményerősítők és szabályozók,
- Helyzetbeállítók, végrehajtó szervek, szervomotorok;
- Tápegységek, szűrők, akkumulátorok, stabilizátorok;
- S8_{2,11,12} - Bordázott és ortotróp lemezek, szekrényes tartók, ...
- Gördülőcsapágyak belső terheléseloszlása, veszteség, ...
- Hidrosztatikus ágyazások, méretezésük, konstrukciójuk;
- A2₁ - Technológiai gépek, rendeltetési követelmények;
- S6_{2,3,6} - Extenzív és intenzív változók, energiakapuk,-tárolók, ...
- Rendszerek általánosítási lehetőségei, ...
- Lineáris rendszerek dinamikus analízisének egyszerűsített módszerei;

- S2₅ - Hidrodinamikus tengelykapcsoló, hidrosztatikus hajtás, ...
- S5₃ - Mérési sorozat, átlag és szórás, ...
- A3₁ - Méréstechnika, mérőműszerek, hossz- és alakváltozás-mérés;
- Ak4₉₋₁₀ - Pneumatikus vezérlőrendszerek,
- Elektrohidraulikus rendszerek, másolók, NC-vezérlés;
- S6₄ - Gráfok, rendszerleképezés, ... jelfolyamábrák és analóg-szimuláció;
- Al₅ - Ergonómia, munkapszichológia, környezetvédelem a tervezésben;
- A4_{1,3} - Forgácsoló szerszámgépek rendszerezése,
4,5- Furógépek, furóművek,
8,9- Marógépek, furó-maróművek,
- Gyalu-, véső, üregelőgépek,
- Szerszámgép rendszerek, megmunkáló központok,
- Anyagtovábbítás automatizálása, manipulátorok, robotok;
- Sl_{3,4,5} - Gyártás egyetemes automatizált szerszámgépekkel, egyedi-, kis- és középsorozat,
- Nagysorozat és tömeggyártás, automata gépsorok,
- Gépipari technológia várható fejlődési irányai;
- A3₄ - Tömegmérés, időmérés;
- A3₅ - Frekvencia-mérés, fordulatszám-mérés;

- Ak4_{1,2} - Távadók, jelátalakítók,
- Alapjel-adók és különbségképzők,
5,7 - Vezérlésfajták, szerkezeti egységek, relék, program-
8, kapcsolók;
- Beavatkozószervek, szabályozószelepek, csappantyuk,
- Félvezetős vezérlések, illesztések, billenőkörök;
S6₈ - Vezérlés és szabályozás, ... átviteli tagok, átviteli
függvény;
A3_{3,6,7} - Nyomásmérés, - Hőmérsékletmérés,
- Mért értékek felvétele, átalakítása, továbbítása;
S5₂ - Közvetlen és közvetett mérés, analóg és digitális
mérés, ...
Ak2₅ - Műanyagfeldolgozó üzemek tervezésének egyes kérdé-
sei, ...
S5_{1,4} - Modell, hasonlóság, fizikai mennyiség, ...
- Mérési eredmények ábrázolása, hisztogramm, összeg-,
sűrűség- és eloszlásgörbe, normális eloszlás.

Mind a szakmai szint, mind pedig a képzési szint kezelésére bemutatott rendszerelemzési eljárás ismertetéséből - számunkra legalább úgy tűnik - nyilvánvaló, hogy ezek az eljárások alkalmasak számítógépen elvégezhető feldolgozásra is.

A bemutatott és a mérnöki tevékenységgel, valamint képességkialakítással kapcsolatos elemzési eredmények alapján az ilyen

jelleget eljárások más tevékenység és képzési programok analízisére is áttekintők. Meggyőződésem, hogy a bemutatott eljárás minden további nélkül alkalmazható a természettudományi felsőoktatás képzési szintjeinek vizsgálatára, de nem tartom kizártnak a humaniorák témaköreiben való alkalmazhatóságát sem, legalább a tananyag főbb témacsoportjai közötti arányok meghatározása érdekében.

3.3. Adalékok a gépszerkesztő mérnöki szakok külföldi képzési szintjeinek egybevetéséhez

A hazai gépészmérnök-képzés szintjeinek kidolgozásában részleges érvénnyel használhatjuk fel a külföldi intézmények tapasztalatait. Hasznosnak véltük az elérhető - és lehetőség szerint a gépszerkesztő szaknak megfelelő tartalmu, céljában azonos vagy nagyon közelálló néhány külföldi szakképzés - tananyagának, tantervének összehasonlítását.

Szándékunkat megkönnyítette, hogy hozzáférhető az európai egyetemek és főiskolák szakosítási rendjét taglaló sorozat néhány eddig megjelent kötete. Ezekből - az ismertetett adatok, valamint az összevethetőség fenti szempontja alapján - lényegében véve véletlenszerű kiemeléssel két osztrák, egy francia, két svájci és egy svéd műszaki egyetemet, illetve főiskolát választottuk ki. Az említettek mellett rendelkezésünkre állt egy szovjet műszaki felsőoktatási intézmény részletes tananyaga, valamint természetesen a hazai műszaki egyetemeké.

Az összehasonlítást megnehezítette, hogy az európai felsőoktatási intézményekben a vizsgák és szigorlatok rendszere eltérő, ezért az egybevetésnek korlátai vannak, valamint, hogy a rendelkezésre álló adatok több esetben nem eléggé részletesek a mélyebb elemzés számára.

Az elemzés körébe vont felsőoktatási intézmények az alábbiak:

Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kar, Gépyszerkesztő szak;

Moszkvai Energetikai Intézet, Energetikai Gépgyártó Kar, Turbinaszerkesztő szak;

Technische Universität Wien, Gépészmérnöki Szak, gépészmérnöki ágazat;

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique de Nantes, Ipari Gépészmérnöki Szak;

L'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne /EPFL/, Gépészmérnöki Kar, hőerőgépek ágazata;

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich /ETH/, Gépészmérnöki Kar, általános gépészmérnöki szakirány;

Chalmers Tekniska Högskola Göteborg, Gépészmérnöki Kar, szerkesztési és hőtechnikai szak.

A vizsgált tananyagok tartalmát a korábban már alkalmazott jellegzetes ismeretcsoporthoz szerint elemeztük, meghatározván

az egyes ismeretcsoporthoz részesedési arányát az összes képzési időből. Az eltérő tanulmányi időtartam miatt valamennyi esetben meghatároztuk az összehasonlítás alapjául szolgáló bázisidőt /az un. óratervi táblázatban szereplő órák összegét/ és ehhez viszonyítottuk az egyes ismeretcsoporthoz fordított óratervi időt. Az eredményeket a 6. számú táblázat tartalmazza.

A táblázati adatok - az ugyancsak feltüntetett, egyszerű szám-tani középértékként kiszámított átlagértékek körüli szórás révén - alkalmasak néhány következtetés levonására:

- a/ A matematikai és természettudományos /ide számítva a gépészet szempontjából nélkülözhetetlen villamoságtani, elektrotechnikai, elektronikai tananyagot is/ ismeretek tekintetében a BME az átlagtól alig marad el, legalacsonyabb ez a csoport a MEI esetében és legmagasabb a francia intézménynél /véltetően a nemzeti hagyományokkal is összhangban/. A svéd intézménynél meglepőnek tünik az átlaggal való jó egyezés /aminek oka a hatvanas évek végén megkezdett átható felsőoktatási reform/.
- b/ A technológiai és a konstrukciós, valamint folyamat-tervezési ismeretek csoportjában a BME ugyancsak közelében van az átlagnak, attól leginkább a francia intézmény marad el és messze az átlag felett van az EPFL és az ETH, továbbá figyelemre méltó a két osztrák

intézmény /TU Wien és TU Graz/ közötti különbség. A TU Wien és a BME közel azonos értéken áll, míg a TU Graz inkább az EPFL kiugróan nagy arányával rokon.

c/ Viszonylag egyenletesen oszlik meg az ismeretcsoporthoz jutó arány a BME, a MEI és a francia intézménynél, részben még a svéd főiskolánál is, míg a többi intézmény a társadalomtudományi, a nyelvi ismeretek és a testnevelés tekintetében a fakultatív lehetőségekre támaszkodik /erről adataink nincsenek/.

d/ Az enciklopédikus, de itt már zömmel más szakirányokra kitekintő ismeretek körében kiemelkedően magas aránnyal részesedik a MEI. Valószínű, hogy a szovjet képzési rendszerben lehetséges szűk szakosítás következtében kényszerült a mérnöki gyakorlatban együttműködő szakok ismerettartalmából a tananyagba iktatni, hogy a különböző szakemberek közötti kommunikációt ezáltal segítse.

e/ A gazdaságtani, szervezési és jogi ismeretcsoportban kiugró aránnyal szereplő TU Wien a viszonylag terjedelmes jogi, míg a svéd főiskola a menedzselési és szervezési ismeretek aránya következtében tűnik szembe.

A különböző ismeretcsoporthoz közöti arányok a tananyag összetételébe és részeinek megoszlásába engednek bepillantást.

Az oktatási folyamat szervezésében megítélésünk szerint annak az oldalnak is szerepe van, amely arra nyújt felvilágosítást, hogy az ismereteket milyen időráfordítással közlik, gyakorlatatják alkalmazásukat, hány tantárgyba szervezik stb. Erre vonatkozó adatokat /egy részüket a rendelkezésünkre álló irodalom alapján csak becsülni tudtuk/ a 7. számú táblázat tartalmaz. A korábban vizsgált műszaki felsőoktatási intézmények körét itt a Nehézipari Műszaki Egyetem /Miskolc/ Gépészmérnöki Karának Géptervező Szakával bővítettük.

A táblázat tanúsága szerint a hetvenes években az összehasonlításban szereplő intézmények tananyagukat átlagosan mintegy 40 tantárgyban csoportosították, ettől mintegy 10 %-os eltérést mutat a két szélső érték.

A képzésre fordított összes órarendi óraszám nyilvánvalóan a képzési időtartam függvénye, s ez utóbbi terjedelme 8, 9 és 10 félév. /A svéd intézmény a képzést 16 negyedévre osztva folytatja/.

Külön meghatároztuk - részint az összevetés, részint pedig az egy tantárgyba szervezett ismeretekre fordított órarendi időmennyiség megállapítása érdekében - a tantárgyfélévnek nevezett mutatót, amely arra ad felvilágosítást, hogy egy tantárgy

átlagosan hány féléven keresztül szerepel a tantervben. Ez a mutató annyiban hasznosnak látszik, hogy az egyebekben homogén jelleget tükröző mutatókhoz képest az intézményi jellegzetességeket jobban kiemeli /ha ehhez további elemzések hiányában nem is közlünk részletesebb adatokat/. Így például a tantárgyak számában mutatkozó viszonylag kis szórási sávhoz képest a tantárgyfélévnek nevezett mutatót tekintve a vizsgált intézmények az átlag körül nagyjából ± 30 %-os sávban szóródnak. Magától értetődik, hogy a kis számértékű tantárgyfélév rövid tartamu, nagyszámu tantárgyra enged következtetni, míg a kevés számu tantárgy és nagyobb tantárgyfélév-szám a három-, vagy több féléven át tartó tantárgyakra utal.

Az egy tantárgyfélévre jutó összes órarendi óraszámából arra következtethetünk, hogy az átlagosan /közelítésként 15 hetes félévet véve alapul/ heti 3-4 órás tantárgyi óraszámnak felel meg. Itt jegyezzük meg, hogy a svéd intézmény egyes kiugró számértékei vélhetően olyan oktatási rendet tükröznek, amelyben a nagy órarendi elfoglaltság /heti 60 óránál is több/ kizárja az otthoni egyéni munka lehetőségét, ennél fogva a gyakorlás és egyéni feladatmegoldás is az órarendi foglalkozások része.

Az előbb említett heti tantárgyi óraszámot a gyakorlati és elméleti foglalkozások viszonyát mutató számmal összevetve, következtethetünk az adott tantárgy /pontosabban: egy átlagos tantárgy/ elméleti és gyakorlati heti óráinak számára.

A táblázatok rovataiban szereplő számértékeket eddig az összevetéshez, az átlagtól való eltérés kimutatásához, illetve a szóródási sáv szélességének meghatározásához használtuk fel. Joggal merül fel a kérdés, hogy az egyszerű számtani középértékként számolt átlag alkalmas-e legalább hozzávetőleges modell leírásához.

Miután az összehasonlításban szereplő szakok és ágazatok - mint említettük - valamennyien azonos vagy közelálló képzési céluak, mind az ismeretcsoportok arányaira, mind pedig az oktatási folyamatban megszabott főbb paraméterekre az összevethetőség az átlag tekintetében is fennáll. Az átlagot megtestesítő modell jellemzői az alábbiak:

A képzési időtartam 8-9 félév, összesen mintegy 4200 órás órarendi időtartamban, amelyben a gyakorlati és elméleti foglalkozások aránya nagyjában azonos /vagy valamelyest a gyakorlati foglalkozás van túlsúlyban/.

Mivel a képzés egyetemi jellegű, a matematikai és a természettudományos ismeretek aránya /beleértve a villamosságtani ismereteket is/ mintegy negyede az összes képzési időráfordításnak. A konstrukciós képzésben elengedhetetlen technológiai, valamint gépszerkezetekre és gépekben, berendezésekben lezajló folyamatokra vonatkozó ismeretek együttes aránya az összes órarendi időnek nagyjában 55 %-a. A képzési időráfordításból

maradó 20 % úgy oszlik meg, hogy benne közel azonos mértékű a gazdaságtani és szervező, valamint a társadalomtudományi és nyelvi ismeretek részesedése, továbbá ugyancsak nagyjából azonos a más szakmákra kitekintő és a honvédelmi és testnevelési ismeretek /foglalkozások/ részesedése. A felsorolás sorrendjében ez mintegy 6 - 6 és 4 - 4 %-ot ad. A tananyag mintegy 40 tantárgyba csoportosítva tanulható, egy tantárgyra átlagosan valamivel több, mint másfél szemeszteren át 100-110 órányi órarendi terjedelem jut. Nagyjában minden ötödik tantárgy tananyaga olyan fontos, hogy abból két alkalommal /két félév végén, vagy részben szigorlati jegyben figyelembe vett teljesítményként/ kell számot adni, vizsgázni. A tanterv, illetve a heti órarend olyan, hogy a heti óraszám 8 féléves képzés esetén 35, míg 9 féléves képzésben 31. Ebben az oktatási rendben az órarenden kívüli, egyéni munkára alapozott tanulás, feladatmegoldás, konstrukciós tervek készítése heti 10-15 órára terjed /napi nyolc-tíz órányi összes tanulmányi munkát véve alapul/.

A gépszerkesztő, vagy ahhoz közelálló szakok tananyagának, főbb ismeretcsoportjainak, valamint az oktatási folyamat időráfordításban, számonkérésben és foglalkozási típusokban jellemzett összehasonlítási eredményei nyomán az itt felvázolt nagyvonalú modell egymagában meggyőzően mutatja, hogy

a/ mindkét hazai szakirányú képzésben az átlagon alapuló mennyiségi mutatók figyelembevétele a

jelenlegiekhez képest megfontolásra érdemes változásokkal járhatna,

b/ a képzés céljából kiinduló, akár csupán összehasonlításra alapozott tervezés is helytálló eredményre vezethet.

4. Tanulságok, következtetések

A felsőoktatás tananyagának tervezése terén folytatott egy-másfél évtizedes kutatások eredményeként - jóllehet, az erre vonatkozó leírások széles körben nem eléggé ismertek és az eljárások alkalmazása sem terjedt széles körben el - kialakultak olyan eljárások, amelyek alkalmasnak látszanak a felsőoktatási képzési szint optimalizálására: Guszev /19/ és Rosenstein /18/. A teljes tananyag tervezése terén a hetvenes években nálunk is folytak próbálkozások, illetve közismertek lettek olyan modellezési eljárások, amelyek - ha hipotétikusan is és az esetek egy részében részleges tervezés célul tűzésével - számítógépes megoldást alkalmaztak.

Értekezésemben valóságos esetre, részleges tananyagra alkalmazott formában bemutattam olyan komplex rendszerekre kifejlesztett elemzési eljárást, amely - számszerűsíthető súlyarányok képzése révén - alkalmasnak tűnik a társadalmi termeléshez kapcsolódó felsőoktatásban a képzési szint optimumának meghatározására. Az eljárás matematikai megalapozásánál fogva számítógépes feldolgozásra is alkalmas.

Ujszerűnek véltem a tananyag és a szakmai tevékenység elemzésében a rendszerelemzési eljárás alkalmazását, részint azért, mert maga a rendszerelmélet és a vele kölcsönösen megtermékenyítő kapcsolatban fejlődő rendszerelemzési technika sem nevezhető réginek, részint pedig - és nagyobb részben - azért, mert ismereteink szerint a pedagógiai kutatásban az ilyen eljárások eddig még nem szereztek polgárjogot.

Örömmel tapasztaltam, hogy hasonló eljárások a tudományszervezési szakirodalomban /34/, vagy a történelmi kutatások egyes területén /35/ sem tulságosan régi keletűek.

A mottóul választott newtoni mondatok nemcsak eredeti értelmükben állanak közel hozzánk, hanem átvitt jelentésükben is marandó megállapítást tükröznek. Jelképezik egyuttal, hogy a mai fizikai világképben is helyük van az általuk leírt ismereteknek, elismervén ezzel a változva megmaradó tudás-elemek létjogosultságát. Ez utóbbival kapcsolatban nem hallgathatom el azt a meggyőződésemet, hogy éppen a tananyagtervezés, a tananyagösszetétel tekintetében tapasztalható és az utóbbi évtizedekben az emberiség által elért ismeretek robbanásszerű kiterjedése okán megnyilatkozó félelem, lemondás tanusít potenciális tehetlenséget a már feltárt ismeretek rostálhatósága, rendezhetősége, a közös törvényszerűségek megállapításának lehetősége és a változva megmaradó ismeretekhez való illesztése, egyszóval: a jövő tananyagának kialakítása iránt. Bizonyos, hogy ez nem

egyszerű feladat, hogy a megoldásához nem egy tudományágban az általánosítás jelentős, új minőségéhez kell eljutni, de a jövő generációk oktatására, képességeik kibontakoztatására aligha van ennél jobb hatásfokú mód.

A szakmai szint és a képzési szint egymásnak való megfelelését illető okfejtés végigvezetése eredményeként arra a következtetésre jutottam, hogy a társadalmi termeléshez kapcsolódó képzési szinteket - nevezetesen a szakmunkás, a technikus, az üzemmérnök, az okleveles mérnök képzési szintjeit - az oktatási ágazat távlati fejlesztési munkálatai során egységes módszerrel és gyakorlatilag egy időben lenne előnyös meghatározni. Az ilyen módon körvonalazott egységes rendszerben a különféle képzési szintek áthatásai, a közöttük esetleg megjelenő rések ez esetben könnyen felismerhetők.

Nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy az értekezésben alkalmazott rendszerelemzési eljárás a termelési folyamatokhoz közelebb álló szakmai szintekre alapozott középfokú ipari szakoktatásban a képzési szint optimumának meghatározására ugyancsak használható.

A szakmai szint jövőbeni képét, további fejlődését és ennek megfelelően a képzési szint - mennyiségi vagy minőségi jellegű - változó elemeit minden valószínűség szerint igen jól lehet ki-tapintani regionális, nagyobb gazdasági rendszerekben /mint pl. KGST, OECD/, mégpedig összehasonlító módszerek alkalmazásával.

Összehasonlító módszerek felhasználása előnyös lehet meghatározott szak képzési szintjének időbeli földrajzi, vagy gazdasági közösségen belüli viszonylagos minősítéséhez. Az értekezésben bemutatott összevetésben a gépszerkesztő szakok tananyagának ismeretcsoporthoz megoszlása szerinti hasonlítása lehetőséget nyújtott mind a természettudományos alapozás, mind pedig a szűken értelmezett szakmai felkészítés körébe tartozó ismeretekre fordított időarány mérlegelésére. Az esetlegesen kiválasztott műszaki felsőoktatási intézmények jellemzőinek összevetése alkalmat adott bizonyos nemzeti, illetve társadalmi jellegzetességek megállapítására. Nemzeti jellegnek vélem a francia intézmény kiugróan magas arányu természettudományos képzését, a szovjet és a magyar intézményben a jellegzetes kiegészítő /társadalomtudományi és nyelvi, gazdaságtani és szervező/ ismeretek arányát, valamint a hetvenes évek legelején megújított és negyedéves szorgalmi időszakokra osztott kiugróan nagy óraszámú svéd képzést.

Mind a gépészmérnöki konstrukciós tevékenységre, mint szakmai szintre, mind pedig a gépszerkesztő szak két ágazatának tananyagára, mint képzési szintre alkalmaztuk a rendszerelemzési eljárást és ezzel mindkét szintre preferencia-sorrendet állapítottunk meg. Az eredményre empirikus uton jutottunk, az eljárás helyességének teljes bizonyítására ezért további két lehetőség kínálkozik:

a/ A tevékenység-sor és az ismeret-sor egymásra vetítésével adódó egyezéseket megállapítva, megvizsgáljuk a jelenlegi tananyag elemeinek arányát, illetve az eltérések további elemzésével kiküszöböljük a szakmai szint követelményeitől való eltéréseket;

b/ A kétféle fontossági sor összevetéséből kiadódó eltéréseket a szakmai szint prioritása alapján megszüntetve, oktatási kísérlet keretében megvizsgáljuk a módosított tananyagot.

Mindkét lehetőség jelentősen felülmúlja eddigi vizsgálataim, s így a jelen értekezés kereteit, terjedelmét.

Ugyancsak további vizsgálatok szükségesek annak megállapítására, hogy a mérnök un. értelmiségi funkcióinak betöltése - esetleg a szakmai szint részeként - milyen ismeret-, készség-, képesség-elemek felvételét kívánja meg a képzési szintben.

5. IRODALOMJEGYZÉK

- /1/ Bowen, J.: Az általános pedagógia-elmélet értékelése:
visszapillantás 25 évre.
/International Review of Education, 1979.
N^o 2-3. 303-323. 1./
- /2/ Huszár T.: Műveltség, közművelődés, értelmiség. /Közmű-
velődés-kutatás/
/Kulturális Minisztérium, Budapest, 1980./
- /3/ Ladányi A.: A magyarországi felsőoktatás a dualizmus
kora második felében.
/FPK, Budapest, 1969./
- /4/ A Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karának cente-
náriumi emlékkönyve 1871-1971.
Szerk.: Dr. Varga József és mások.
/BME Gépészmérnöki Kar, Budapest, 1971./
- /5/ MacKenzie - Eraut - Jones: Tanítás és tanulás. Új mód-
szerek és eszközök a felsőoktatásban.
/FPK, Budapest, 1974./
- /6/ Kovács J.: Gazdasági fejlődés és oktatás. In: Népgaz-
daságunk fejlődésének időszerű kérdései.
/Kossuth Könyvkiadó, Budapest, 1971./
- /7/ Lénárd F.: A problémamegoldó gondolkodás.
/Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971./

- /8/ Révai Nagy Lexikona. Az ismeretek enciklopédiája.
XIII. kötet.
/Révai Testvérek RT, Budapest, 1915./
- /9/ Bertalan L.: A műszaki tevékenységi körök története.
/Kézirat, Budapest, 1974./
- /10/ Göndöcs K.: A szakmai szint alakulásának vizsgálata
a termelés igényei alapján.
/Kandidátusi értekezés, Budapest, 1971./
- /11/ Munkaügyi Minisztérium: Ujtipusu tantervek. Mechanikai
műszerész szakma.
/Kézirat, Budapest, 1962. Rakt.sz.:
26831/TU./
- /12/ Ityelszon L.B.: A középfoku szakoktatás metodikája.
/Tankönyvkiadó, Budapest, 1967./
- /13/ Ityelszon L.B.: Matematikai és kibernetikai módszerek
a pedagógiában.
/Tankönyvkiadó, Budapest, 1969./
- /14/ Székely E.-né - Szokolyszky I.: Didaktika műszaki peda-
gógusok számára.
/Tankönyvkiadó, Budapest, 1975./
- /15/ Pedagógiai Lexikon IV. kötet, R - Z.
/Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979./

/16/ MM Szakbizottság ajánlása a gépészmérnök-képzés szakjaira és tantervi irányelveire.

/MM kézirat, Budapest, 1971./

/17/ Tantervi irányelvek a gépészmérnökképző intézmények részére.

/MM kézirat, Budapest, 1973/

/18/ Rosenstein, A.B.: The Study of a Profession and Professional Education. In: Yackovlev, V.: Engineering curricula design in the Americas.

/UNESCO Working Group Meeting on New Trends in Curricula Design in Engineering Education, Tbilisi, 11-14. Dec.1972./

/19/ Bogomolov, A.I. - Guszev, I.T. - Muhin, E.V.:

Methods involved in devising curricula for students of engineering and technological professions.

/UNESCO Working Group Meeting on New Trends in Curricula Design in Engineering Education, Tbilisi, 11-14. Dec.1972./

/20/ Gyarakí F.F.:

Algoritmusok és algoritmikus előírások didaktikai felhasználásának és optimalizálásának lehetőségei.

/Kandidátusi értekezés, Budapest, 1975./

- /21/ Petrik O. és mások: Számítógépi döntéselőkészítés egy speciális vezetési probléma megoldásánál.
/Compcontrol '74 Konferencia előadás, Szeged, 1974./
- /22/ A műegyetem története 1782-1967. I.-VIII.köt.
Szerk.: Dr. Héberger K. és mások.
/BME kézirat, Budapest, 1979./
- /23/ Európai műszaki egyetemek és főiskolák szakosítási rendje,
I.-IX. kötet,
/BME Központi Könyvtára, Budapest, 1965-1981./
- /24/ Kindler J. - Papp O.: Komplex rendszerek vizsgálata.
/Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977./
- /25/ Pahl, G.- Beitz, W.: A géptervezés elmélete és gyakorlata.
/Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981./
- /26/ A magyar nyelv értelmező szótára, IV. kötet.
/Akadémiai Kiadó, Budapest, 1979./
- /27/ Berend T.I.- Ránki Gy.: A magyar gazdaság száz éve.
/Kossuth Könyvkiadó - Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1972./

/28/ Berend T.I.- Szuhay M.: A tőkés gazdaság története

Magyarországon, 1848-1944.

/Kossuth Könyvkiadó - Közgazdasági és
Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1973./

/29/ Berend T.I.:

A szocialista gazdaság fejlődése Magyar-
országon, 1945-1968.

/Kossuth Könyvkiadó - Közgazdasági és
Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1974./

/30/ Zelovich K.:

A m. kir. József-műegyetem és a hazai
technikai felső oktatás története.

/Pátria, Budapest, 1922./

/31/ A konstrukciós tevékenység szerepe a gépipar műszaki fejlődésében.

/GTE kézirat, Budapest, 1977./

/32/ A nappali tagozat tantervei a Budapesti Műszaki Egyetemen.

/BME Oktatási Oszt. kézirat, Budapest,
1980./

/33/ Moszkvai Energetikai Intézet Energetikai Gépszerkesztő Kar,

Turbinaszerkesztő Szak Tanulmányi Program-
jai.

/MEI, Moszkva, 1970./

/34/ Magyar Beck I.: Kísérlet a tudományos alkotás produktumának interdiszciplináris meghatározására.

/Tudományszervezési füzetek/

/Akadémiai Kiadó. Budapest, 1976./

/35/ Fügedi E.: Kolduló barátok, polgárok, nemesek. Tanulmányok a magyar középkorról.

/Magvető Könyvkiadó, Budapest, 1981./

6. Táblázatok, mellékletek

1. sz. táblázat: A nemzeti jövedelem és a gyáripari termelés alakulása hazánkban /1 lap/.
2. sz. táblázat: Az ipari munkáslétszám alakulása, a kis- és a nagyipar aránya /1 lap/.
3. sz. táblázat: A vállalati méretek és a foglalkoztatottak létszámának arányváltozása /1900-1965/ /1 lap/.
4. sz. táblázat: Szakképzett és betanított munkások aránya a gyáriparban /1 lap/.
5. sz. táblázat: A kiadott gépészmérnöki oklevelek száma a Budapesti Műszaki Egyetemen /1873-1980/ /1 lap/.
6. sz. táblázat: Ismeret-csoportok aránya néhány európai felsőoktatási intézményben /1 lap/.
7. sz. táblázat: Jellemző tantervi adatok összevetése néhány európai felsőoktatási intézményben /1 lap/.
1. sz. melléklet: Rendszerelemzés részletei /8 lap/.
2. sz. melléklet: A konstrukciós tevékenység elemeinek fontossági rangsora /4 lap/.
3. sz. melléklet: Tantárgyak suly száma /1 lap/.
4. sz. melléklet: A Géptervező Szak tantárgyai /1 lap/.
5. sz. melléklet: A Géptervező szak tantárgyainak tömörített programja /10 lap/.

A NEMZETI JÖVEDELEM ÉS A GYÁRIPARI TERMELÉS.
ALAKULÁSA HAZÁNKBAN.

Év	Nemzeti jöv.	Gyáripari term.	Adat forrása
1867-70	100	100	(28) 118. lap
1900	296	800	
1913	429	1450	
1921		740	(27) 169. lap
1929	472	1624	(27) 182. lap
1932	259	1218	"
1938	500	1856	"
1940		2465	(27) 216. lap
1943		2552	"
1945		464	(27) 241. lap
1948		1893	"
1950	100	100	(29) 173. lap
1955	133	179	
1960	176	232	
1965	221	328	
1967	258	393	

Megjegyzések:

- 1/ 1938-ban az ipari termelés a nemzeti jövedelem 37,5 %-át adta a (27) 219. lap szerint;
- 2/ Számos naturális tényező alapján számított, egy főre jutó nemzeti jövedelem (összevethető értékben): 1938-ban 244 dollár, 1960-ban 500 dollár, a (29) 177. lap szerint;
- 3/ A nemzeti jövedelem az 1950. évi közel 80 milliárd Ft-ról 1967-re 200 milliárd Ft-ra növekedett a (29) 174. lap szerint.

AZ IPARI MUNKÁSLÉTSZÁM ALAKULÁSA,
A KIS- ÉS A NAGYIPAR ARÁNYA

Év	Ipar össz. ezer fő	Kisipar ezer fő	Gyáripar ezer fő	Ipari alkalm. ezer fő	Adat forrása
1880	408	298	110		(28) 111.1.
1900	644,1	362,7	281,4		
1910	912	447,5	464,5		
1920	383	188,4	194,6		(28) 292.1.
1930	476,2	206,2	270		
1938	561,4	229,6	331,8		
1943			440		(28) 295, (29) 66.1.
1946			300		(29) 66.lap
1949	564	162	402		
1950			680	ebből 198	
1955	1240	141	1099	274	(29) 171. lap
1960	1487,7	178,7	1309	292	
1965			1504	345	
1969	1967	220	1747	446	

Megjegyzés: 1870. és 1930. között a közszolgálati alkalmazottak és szabadfoglalkozásuak száma - általában növekvő mértékben - 100 - 200 ezer fő között változott (ld. (28) 330. lap).

A VÁLLALATI MÉRETEK ÉS A FOGLALKOZTATOTTAK LÉTSZÁMÁNAK ARÁNYVÁLTOZÁSA
/1900 - 1965/

Vállalat mérete	1900	1930	1938	1942	1950	1955	1965
/dolgozó létszám/ váll.% dolg.% v.% dolg% válll.% dolg% v.% dolg% v.% dolg.% válll.% dolg.%							
20 - 100 fő	76,2	26,6	29	47,0	30,0	39,0	35,0
101 - 500 fő	20	35,8	38				
501 - 700 fő	1,6	4,7		14,0		22,0	20,0
701 - 1000 fő	0,6	8,4	33	52,0			
> 1000 fő	1,6	24,5	2,8	44			
> 5000 fő	-	-	-		17,0		45,0

Ferrások: /27/, /28/ és /29/.

SZAKKÉPZETT ÉS BETANÍTOTT MUNKÁSOK ARÁNYA

A GYÁRIPARBAN

Ágazat	Év	Részesedés az ipari termelésből %	Szakmunkás %	Betanított munkás %
Ipar (átlag)	1921	100	45,5	54,5
	1929	100	37,3	62,7
	1938	100	30,3	69,7
Vas- és fémipar	1921	< 15,5	48,2	51,8
	1929	11,3	41,8	58,2
	1938	14,2	32,8	67,2
Gépgyártás	1921	< 13,8	49,2	50,8
	1929	10,2	46,6	53,4
	1938	--	--	--
Textilipar	1921	< 4,8	53,6	46,4
	1929	14,2	35,2	64,8
	1938	15,3	10,6	89,4
Villamos- energiaipar	1921	< 1,5	41,3	58,7
	1929	4,2	47,2	52,8
	1938	--	--	--
Ruhaipar	1921	< 1,5	57,0	43,0
	1929	2,2	62,7	37,3
	1938	--	--	--

Forrás: (27) és (28).

A KIADOTT GÉPÉSZMÉRNÖKI OKLEVELEK SZÁMA

A BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEMEN

(1873 - 1980)

1871. - 1880.	9
1881. - 1890.	117
1891. - 1900.	460
1901. - 1910.	1194
1911. - 1920.	670
1921. - 1930.	2334
1931. - 1940.	993
1941. - 1950.	815
1951. - 1960.	4657
1961. - 1970.	5198
1971. - 1980.	4696

Összesen 21143 oklevél

Forrás: (22).

ISMERETCSOPORTOK ARÁNYA
NÉHÁNY EURÓPAI FELSOÓKTATÁSI INTÉZMÉNYBEN

Forrás: /23/

ismeret- csoport intézmény	matematika	term.tud.	encikl.+kitekint.	gazd.tan+ szerv. v.jog	testnev.	társ.tud.+nyelv	technológia	konstr. és foly.	bázis- idő /óra/	tanterv érvénye
BME, Budapest 9 f.é.+1 dipl	14,1	9,9	3,5	6,4	3,2	9,6	8,6	44,7	313	1979/80
MEI, Moszkva 10 f.é.+1 dipl	8,2	12,3	10,7	6,9	2,5	9,8	5,7	43,8	317	1967/68
TU Wien 10 f.é.	12,5	15,7	3,5	14,1	---	---	13,7	40,4	255	1975/76
TU Graz 10 f.é.	15,5	8,8	1,8	2,2	---	---	11,9	59,7	226	1969/70
ENSM Nantes 10 f.é.	28,1	21,2	---	2,0	0,7	0,7	3,7	43,5	379	1970/71
EPFL Lausanne 8. f.é.	13,1	9,3	1,1	1,5	---	---	6,6	68,3	259	1975/76
ETH Zürich 8 f.é.	12,3	9,3	3,4	3,7	---	---	13,8	57,5	268	1977/78
GTH Göteborg 16. n.é.	14,1	12,1	1,8	11,1	---	3,4	12,6	44,9	710	1980/81
Átlag	14,7	12,3	3,2	6,0	0,8	2,9	9,6	50,3	340	---

**JELLEMZŐ TANTERVI ADATOK ÖSSZEVETÉSE
NÉHÁNY EURÓPAI FELSŐOKTATÁSI INTÉZMÉNYBEN**

Forrás: /23/

intézmény \ jellemző adat	tantárgyak száma	Összóraszám	elméleti óraszám	gyakorlati óraszám	tantárgyfélévek	összóra/tantárgy	tant.f.év/tantárgy	összóra/tant.f.év	gyakorlat/elmélet	tanterv érvénye
BME Budapest	44	4662	2394	2268	81	106	1,84	57,5	0,95	1979/80
NME Miskolc	33	4880	2325	2555	91	147,9	2,76	53,6	1,10	1979/80
MEI Moszkva	41	4432	2086	2346	82	108	2,0	54,0	1,17	1967/68
TU Wien	38	3320	1908	1412	53 ^x	87,4	1,39	62,6	0,74	1975/76
TU Graz	37	3164	1808	1356	53 ^x	85,5	1,43	59,7	0,75	1969/70
ENSM Nantes	42	3788	1506	2282	70 ^x	90,2	1,67	54,1	1,5	1970/71
EPFL Lausanne	44	3952	2325	1627	72	89,8	1,64	54,9	0,70	1975/76
ETH Zürich	33	4087	1849	2238	52	123,8	1,57	78,6	1,21	1977/78
CTH Göteborg	47 ^x	5678	2745	2933	59	120,8	1,25	96,2	1,07	1980/81
Átlag	40	4218	2105	2113	68	106	1,7	62	1,02	---

x jelűek becsült adatok

Rendszerelemzés részletei

/2/ alrendszer: A fejlesztési döntéstől a kiviteli döntésig

Elemszám $n = 9$, az összes lehetséges pár $0,5 \cdot 9 \cdot 8 = 36$

Optimális párok Ross szerint:

1-2 / 9-3 / 8-4 / 7-5 / 6-1 / 3-2 / 4-9 / 5-8 / 6-7 / 1-3 / 2-4 / 9-5 /
8-6 / 7-1 / 4-3 / 5-2 / 6-9 / 7-8 / 1-4 / 3-5 / 2-6 / 9-7 / 8-1 / 5-4 /
6-3 / 7-2 / 8-9 / 1-5 / 4-6 / 3-7 / 2-8 / 9-1 / 5-6 / 4-7 / 3-8 / 2-9 /

E_j	E_{21}	E_{22}	E_{23}	E_{24}	E_{25}	E_{26}	E_{27}	E_{28}	E_{29}	a	a^2	p	u
E_{21}	+	1	1	0	1	0	1	1	1	6	36	0,722	+0,586
E_{22}	0	+	1	1	1	0	1	1	0	5	25	0,611	+0,283
E_{23}	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0,056	-1,59
E_{24}	1	0	1	+	1	0	1	1	0	5	25	0,611	+0,283
E_{25}	0	0	1	0	+	1	1	1	0	4	16	0,50	-0,0
E_{26}	1	1	1	1	0	+	1	1	1	7	49	0,833	+0,963
E_{27}	0	0	1	0	0	0	+	1	0	2	4	0,278	-0,586
E_{28}	0	0	1	0	0	0	0	+	0	1	1	0,167	-0,963
E_{29}	0	1	1	1	1	0	1	1	+	6	36	0,722	+0,586
Σ	2	3	8	3	4	1	6	7	2	36	192		

Inkonzisztans körhármakok száma

$$d = \frac{9 \cdot 8 \cdot 17}{12} - \frac{192}{2} = 102 - 96 = 6 ; d_{\text{Max}} = \frac{n^3 - n}{24} = 30$$

- 3 -

/3/ alrendszer: A kiviteli döntéstől a prototípus bírálatáig.

Elemsszám $n = 12$, az összes lehetséges pár $0,5 \cdot 12 \cdot 11 = 66$;

Optimális párok Ross szerint:

1-2 / 12-4 / 11-5 / 10-6 / 9-7 / 8-1 / 3-2 / 5-12 / 6-11 / 7-10 / 8-9 /
1-3 / 2-4 / 12-6 / 11-7 / 10-8 / 9-1 / 4-3 / 5-2 / 7-12 / 8-11 / 9-10 /
1-4 / 2-5 / 2-6 / 12-8 / 11-9 / 10-1 / 5-4 / 6-3 / 7-2 / 9-12 / 10-11 /

1-5 / 4-6 / 3-7 / 2-8 / 12-10 / 11-1 / 6-5 / 7-4 / 8-3 / 3-9 / 2-10
12-1 / 7-6 / 8-5 / 9-4 / 10-3 / 11-2 / 1-7 / 6-8 / 5-9 / 4-10 / 3-11 /
2-12 / 7-8 / 6-9 / 5-10 / 4-11 / 3-12 / 9-2 / 11-12 / 1-6 / 5-7 / 4-8 /

E_j	E_{31}	E_{32}	E_{33}	E_{34}	E_{35}	E_{36}	E_{37}	E_{38}	E_{39}	E_{310}	E_{311}	E_{312}	a	a^2	p	u
E_{31}	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	121	0,958	+1,731
E_{32}	0	+	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	81	0,792	+0,815
E_{33}	0	0	+	0	1	0	0	1	1	0	1	1	5	25	0,458	-0,105
E_{34}	0	0	1	+	1	0	1	1	1	1	1	1	8	64	0,708	+0,545
E_{35}	0	0	0	0	+	0	1	1	1	0	1	1	5	25	0,458	-0,105
E_{36}	0	1	1	1	1	+	1	1	0	1	1	1	9	81	0,792	+0,815
E_{37}	0	0	1	0	0	0	+	1	1	1	1	1	6	36	0,542	+0,106
E_{38}	0	0	0	0	0	0	0	+	1	1	0	0	2	4	0,208	-0,815
E_{39}	0	0	0	0	0	1	0	0	+	0	1	1	3	9	0,292	-0,545
E_{310}	0	0	1	0	1	0	0	0	1	+	1	1	5	25	0,458	-0,105
E_{311}	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	+	1	2	4	0,208	-0,815
E_{312}	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	+	1	1	0,125	-1,155
Σ	0	2	6	3	6	2	5	9	8	6	9	10	66	476		

- 4 -

Inkonzisztens körhármak

$$d = \frac{12 \cdot 11 \cdot 23}{12} - \frac{476}{2} = 15 \quad \text{és} \quad d_{\text{Max}} = \frac{n^3 - n}{24} - \frac{1728 - 12}{24} = 71,5$$

Konzisztenciamutató

$$K = 1 - \frac{15}{71,5} = 0,79$$

Szabadságfok

$$df = \frac{12 \cdot 11 \cdot 10}{64} = 20,625 \quad \text{és} \quad \chi^2 = 61,125 > 45,3 \left\{ \begin{array}{l} dr = 20 \\ \alpha = 0,1 \% \end{array} \right.$$

esetére szignifikáns /182.old. 4.4. tábl./

Preferenciaszám

$$p = \frac{a + 0,5}{n} \quad \text{értékei a táblázatban.}$$

Az intervallum-skála:

$$E_{31} = +1,731 \text{ megfelel } 100 \text{ és } E_{312} = -1,155 \text{ megfelel } 0 \text{ osztásnak;}$$

Az interpolációval kapott többi skálaérték

$$E_{32} = E_{36} = 68,26 \quad E_{34} = 58,91 \quad E_{37} = 43,69 \quad E_{39} = 21,14$$

$$E_{33} = E_{35} = E_{310} = 36,38 \quad \text{és} \quad E_{38} = E_{311} = 11,78$$

ezzel a preferencia-sorrend

$$E_{31} \rightarrow E_{32} \rightleftharpoons E_{36} \rightarrow E_{34} \rightarrow E_{37} \rightarrow E_{33} \rightleftharpoons E_{35} \rightleftharpoons E_{310} \rightarrow E_{39} \rightarrow E_{38} \rightleftharpoons E_{311} \rightarrow E_{312}$$

$$\text{kbség } 32 \quad 10 \quad 14 \quad 7 \quad 15 \quad 10 \quad 12 .$$

- 5 -

/4/ alrendszer: Gyárthatósági döntéstől a gyártásba adásig

Elemsszám $n = 6$, az összes lehetséges pár $0,5.6.5 = 15$;

Optimális párelrendezés Ross szerint:

1-2 / 6-4 / 5-1 / 3-2 / 5-6 / 1-3 / 2-4 / 6-1 / 4-3 / 5-2 /
1-4 / 3-5 / 2-6 / 4-5 / 3-6 /

Preferencia-táblázat:

E_j	E_{41}	E_{42}	E_{43}	E_{44}	E_{45}	E_{46}	a	a^2	p	u
E_{41}	+	0	1	1	1	1	4	16	0,75	+ 0,67
E_{42}	1	+	1	1	1	1	5	25	0,917	+ 1,387
E_{43}	0	0	+	0	1	1	2	4	0,417	- 0,21
E_{44}	0	0	1	+	1	1	3	9	0,583	+ 0,21
E_{45}	0	0	0	0	+	0	0	0	0,083	- 1,387
E_{46}	0	0	0	0	1	+	1	1	0,25	- 0,67
Σ	1	0	3	2	5	4	15	55		

Inkonzisztens körhármak

$$d = \frac{6.5.11}{12} - \frac{55}{2} = 0 \quad \text{és} \quad d_{\text{Max}} = \frac{216 - 6}{24} = 8,75$$

Konzisztenciamutató

Preferenciaszám:

$$K = 1, \text{ mert } d = 0$$

$$p = \frac{a + 0,5}{n} \text{ érték a táblázatban;}$$

Intervallum-skála:

$E_{42} = + 1,387$ megfelel 100 és $E_{45} = - 1,387$ megfelel 0 osztásnak,

$E_{41} = 74,15$ $E_{43} = 42,43$ $E_{44} = 57,57$ $E_{46} = 25,85$ interpolációval;

Preferencia sorrend:

$E_{42} \rightarrow E_{41} \rightarrow E_{44} \rightarrow E_{43} \rightarrow E_{46} \rightarrow E_{45}$
kbség 25 17 18 16 25 .

- 6 -

/5/ alrendszer: Gyártástól a gyártmány /konstrukció/ elavulásáig
 Elemek száma $n = 7$; az összes lehetséges párok száma $0,5 \cdot 7 \cdot 6 = 21$.
 Optimális párelrendezés Ross szerint:

1-2 / 7-3 / 6-4 / 5-1 / 3-2 / 4-7 / 5-6 / 1-3 / 2-4 / 7-5 /
6-1 / 4-3 / 5-2 / 6-7 / 1-4 / 3-5 / 2-6 / 7-1 / 4-5 / 3-6 / 2-7 /

Preferencia-táblázat:

E_j	E_{51}	E_{52}	E_{53}	E_{54}	E_{55}	E_{56}	E_{57}	a	a^2	p	u
E_{51}	+	1	1	1	1	1	1	6	36	0,9286	+ 1,47
E_{52}	0	+	0	0	1	0	0	1	1	0,2143	- 0,794
E_{53}	0	1	+	0	1	0	0	2	4	0,3571	- 0,369
E_{54}	0	1	1	+	1	1	1	5	25	0,7857	+ 0,793
E_{55}	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0,0714	- 1,47
E_{56}	0	1	1	0	1	+	0	3	9	0,50	- 0,0
E_{57}	0	1	1	0	1	1	+	4	16	0,6429	+ 0,369
Σ	0	5	4	1	6	3	2	21	91		

Inkonzisztens körhármakok száma

$$d = \frac{7 \cdot 6 \cdot 13}{12} - \frac{91}{2} = 0 \quad \text{és} \quad K = 1 ; \quad p = \frac{a + 0,5}{n} ,$$

Az intervallum-skála:

$E_{51} = + 1,47$ megfelel 100 és $E_{55} = - 1,47$ megfelel 0 osztásnak,
 interpolációval a többi

$$E_{52} = 22,99 \quad E_{53} = 37,45 \quad E_{54} = 76,97 \quad E_{56} = 50,0 \quad E_{57} = 62,55$$

- 7 -

A preferencia-sorrend:

$E_{51} \rightarrow E_{54} \rightarrow E_{57} \rightarrow E_{56} \rightarrow E_{53} \rightarrow E_{52} \rightarrow E_{55}$

kbség 23 14 12 13 14 23 .

/1-5/rendszer: Gépipari termék konstrukciós folyamata

Alrendszerek /elemek/ száma $n = 5$, az összes lehetséges párok száma: 10 ;

Ross szerinti optimális párelrendezés:

1-2 / 5-3 / 4-1 / 3-2 / 4-5 / 1-3 / 2-4 / 5-1 / 3-4 / 2-5 /

Ennek alapján a preferencia-táblázat összeállítható:

E_j	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	a	a^2	p	u
E_1	+	0	0	0	0	0	0	0,10	- 1,26
E_2	1	+	0	1	1	3	9	0,70	+ 0,52
E_3	1	1	+	1	1	4	16	0,90	+ 1,28
E_4	1	0	0	+	1	2	4	0,50	- 0,0
E_5	1	0	0	0	+	1	1	0,30	- 0,52
Σ	4	1	0	2	3	10	30		

Inkonzisztens körhármakok száma:

$$d = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (2n-1)}{12} - \frac{a^2}{2} = \frac{5 \cdot 4 \cdot 9}{12} - \frac{30}{2} = 15 - 15 = 0$$

- 8 -

A konzisztencia /következetesség/ mutató:

$$K = 1 - \frac{24 \cdot d}{n^3 - n} = 1,0 \text{ mert } d = 0 .$$

Preferencia-arány:

$$p = \frac{a + 0,5}{n}$$

Az intervallum-skála:

$E_3 = + 1,28$ megfelel 100 és $E_1 = - 1,28$ megfelel a 0 osztásnak,
a többi interpolációval számolva:

$$E_2 = 70,31 \quad E_5 = 29,69 \quad E_4 = 50,0$$

és így a preferencia-sorrend:

$$\begin{array}{ccccccccc} E_3 & \rightarrow & E_2 & \rightarrow & E_4 & \rightarrow & E_5 & \rightarrow & E_1 \\ \text{kbség} & & 30 & & 20 & & 20 & & 30 \end{array} .$$

A KONSTRUKCIÓS TEVÉKENYSÉG
ELEMINEK FONTOSSÁGI RANGSORA

- E₃₁ - Kisérleti példány terveinek elkészítése /a gépszerkezettani megoldások elvének lerögzítése/,
- E₃₂ - Kisérleti példány műhelyrajzainak elkészítése /részek alakja, feladata, elkészítési módja/,
- E₃₆ - Prototípus terveinek, formatervének elkészítése,
- E₃₄ - Kisérleti példány laboratóriumi vizsgálata, tartampróbák elvégzése,
- E₂₆ - A működési elvében tisztázott konstrukció méretezésének modellje /használt gép alapján, vagy pl. számítógépes szimulációval/,
- E₂₁ - A konstrukció funkcionális működésének elgondolási variációi,
- E₂₉ - A működési elvében tisztázott konstrukció kiviteli elgondolásában többparaméteres optimalítás,
- E₃₇ - Prototípus részletraajzainak elkészítése /alkatrészek technológiai műveletek véglegesítése/,
- E₄₂ - Gyártmányterv részletraajzai, elkészítési műveletek sorrendje,
- E₂₂ - A konstrukció elkészítési technológiájának variációi,
- E₂₄ - A rendeltetési folyamat model-alkotásában a rendeltetési szintézis,
- E₃₃ - Kisérleti példány vizsgálati programjának összeállítása /funkció-ellátással, szerkezeti megoldással kapcsolatos vizsgálatok,

- 2 -

- E₃₅ - Kisérleti példánnyal szerzett vizsgálati tapasztalatok alapján irányelvek készítése a prototípus tervezéséhez,
- E₃₁₀ - Prototípus laboratóriumi vagy üzemi próbái során a működési biztonság vizsgálata,
- E₄₁ - A gyártmányterv összeállítása /alak, méret, elkészítési technológia/,
- E₂₅ - A működési elvében tisztázott konstrukció kiviteli elgondolása a terhelés analizise oldaláról,
- E₄₄ - Gyártmányterv kiegészítő dokumentációjában a kezelési és karbantartási utasítás elkészítése,
- E₅₁ - A gyártmány működésével kapcsolatos tapasztalatok gyűjtése, rendszerezése,
- E₃₉ - Prototípus laboratóriumi vagy üzemi próbái során a konstrukció paramétereinek /teljesítmény stb./ vizsgálata,
- E₅₄ - A gyártmánnyal kapcsolatos karbantartási és javítási tapasztalatok gyűjtése, rendszerezése,
- E₄₃ - Gyártmány kiegészítő dokumentációjában a gépkönyv összeállítása,
- E₂₇ - A működési elvében tisztázott konstrukció kiviteli elgondolásában a tönkremeneteli határállapot becslése, számítása,
- E₅₇ - A gyártmány műszaki vagy gazdaságossági elavulásának és fejlesztése szükségességének megállapítása,

- 3 -

- E₃₈ - Prototípus-tervek kiegészítő dokumentációjának /mérési, kipróbálási programok/ elkészítése,
- E₃₁₁ - Prototípus laboratóriumi vagy üzemi próbái keretében az üzemeltethetőség vizsgálata,
- E₅₆ - A gyártmányhoz alkalmazott alapanyagok, kereskedelmi áruk, részegységek változásainak figyelemmel kísérése,
- E₄₆ - Null-sorozat /ha van/ dokumentációjának elkészítése a szerzőszámozás kívánalmai szerint,
- E₂₈ - A működési elvében tisztázott konstrukció dinamikai méretezése /nem rendeltetésszerű mozgás, rezgés/,
- E₃₁₂ - Prototípus laboratóriumi vagy üzemi próbái során az élet-tartam vizsgálata,
- E₅₃ - A gyártmány szerelhetőségével kapcsolatos tapasztalatok gyűjtése, rendszerezése,
- E₁₄ - A konstrukciós fejlesztést jelentő impulzus értelmezése /feladatmegfogalmazás/ keretében a megkívánt funkció, adatok, jellemzők /főmérétek, működési biztonság, fejlesztés elvi módja/ meghatározása,
- E₁₂ - A konstrukciós fejlesztést jelentő impulzus műszaki természetű okainak /szabadalom, ujtás, vállalati műszaki fejlesztési terv/ felvetése,
- E₁₆ - A konstrukció várható sikerének vizsgálata folyamán a fejlesztési erőforrások /személyi, mérési-kísérleti, dokumentációs és információs rendszer, anyagi-gépi erőforrások, gyártási kapacitás/ számbavétele,

- E₅₂ - A gyártmánnyal kapcsolatos gyártáshelyességi tapasztalatok gyűjtése, rendszerezése,
- E₁₃ - A konstrukciós fejlesztést jelentő impulzus értelmezése /feladatmegfogalmazás/ során a konstrukcióval kapcsolatos előzmények, információk összesítése, a fejlesztési irányzat becslése,
- E₂₃ - A rendeltetési folyamat model-alkotása során a rendeltetési analízis,
- E₄₅ - Gyártmányterv kiegészítő dokumentációjában az alkatrész-jegyzék összeállítása /csere, pótlás, utánrendelés/,
- E₁₇ - A konstrukció várható sikerének vizsgálata folyamán a gazdaságosság /megtérülés, darabszám, értékesítési időtartam/ vizsgálata,
- E₁₅ - A konstrukciós fejlesztést jelentő impulzus értelmezése /feladatmegfogalmazás/ során a szükséges időráfordítás, a költségek /ár, önköltség, nyereség/ meghatározása, számítása,
- E₅₅ - A gyártmányra vonatkozó /pl. hatósági/ előírások változásainak figyelemmel kísérése,
- E₁₁ - A konstrukciós fejlesztést jelentő impulzus kereskedelmi természetű /piac, rendelés, vállalati gazdaságosságot növelő/ okainak felvetése.

Tantárgyak súlyszáma

1. A szakon közös tantárgyakra egyenként:

	Ö	E	G	$q_{\ddot{O}} = \frac{S_{\ddot{O}}}{\sum S_{n\ddot{O}}}$	q_E	q_G	$s_{\ddot{O}}$	s_E	s_G	
S 1	56	28	28	--	0,093	0,077	0,118	0,048	0,038	0,063
S 2	42	28	14		0,07	0,077	0,059	0,036	0,038	0,031
S 3	42	28	14		0,07	0,077	0,059	0,036	0,038	0,031
S 5	28	28	--		0,046	0,077	--	0,023	0,038	--
S 6	98	56	42		0,163	0,154	0,176	0,083	0,077	0,093
S 7	126	84	42		0,209	0,231	0,231	0,107	0,115	0,093
S 8	210	112	98		0,349	0,308	0,412	0,179	0,154	0,219
$\sum S_n$	602	364	238		1,0	1,0	1,0	0,512	0,498	0,530

2. Ágazati közös tantárgyakra egyenként:

Ak 1	56	42	14	0,235	0,273	0,167	0,047	0,058	0,031
Ak 2	56	28	28	0,235	0,182	0,333	0,047	0,039	0,063
Ak 3	70	56	14	0,295	0,363	0,167	0,060	0,077	0,031
Ak 4	56	28	28	0,235	0,182	0,333	0,047	0,039	0,063
$\sum Ak_n$	238	154	84	1,0	1,0	1,0	0,201	0,213	0,188

3. Ágazati tantárgyakra egyenként:

A 1	56	28	28	0,167	0,133	0,222	0,048	0,038	0,062
A 2	196	112	84	0,583	0,534	0,667	0,167	0,154	0,187
A 3	28	28	--	0,083	0,133	--	0,024	0,038	--
A 4	56	42	14	0,167	0,20	0,111	0,048	0,058	0,031
$\sum A_n$	336	210	126	1,0	1,0	1,0	0,287	0,288	0,280

A bemutatott adatok a Gépszerkesztő ágazatra vonatkoznak. Hasonlóképp számítottak a Műszertechnika ágazat adatai is.

A Géptervező szak tantárgyai

1. A szakon közös tantárgyak:

- S 1 Gépipari gyártástechnológia
- S 2 Áramlástechnikai gépek
- S 3 Kalorikus gépek
- S 4 Elméleti fizika
- S 5 Méréselmélet
- S 6 Rendszertan és irányításelmélet
- S 7 Alkalmazott mechanika
- S 8 Gépszerkezettan

2. Ágazati közös tantárgyak:

- Ak 1 Mechanizmusok
- Ak 2 Műanyag
- Ak 3 Forgácsnélküli megmunkálás
- Ak 4 Irányítástechnika

3. A Gépszerkesztő ágazat tantárgyai:

- A 11 Módszeres géptervezés
- A 12 Technológiai gépek szerkesztése
- A 13 Méréstechnika
- A 14 Szerszámgépek, automaták

4. A Műszertechnika ágazat tantárgyai:

- A 41 Műszertechnika
- A 42 Műszaki optika
- A 43 Számítógépek
- A 44 Műszertechnológia
- A 45 Kisérlettervezés.

A Géptervező szak tantárgyainak tömörített
programja

S 1 Gépipari gyártástechnológia

1. Gyártási eljárások, alapfogalmak, művelettervezés, forgácsolástechnológia, szerszámgép-hajtóművek, készülékezés, tömeges méretellenőrzés, tűrés és illeszkedés /technológia és szerkesztés összhangja/; 2,4;
2. Gyártás hagyományos szerszámgéppel: külső hengeres felület, belső hengeres felület, síkfelület, menet, fogazat, bordázat, csigafelület megmunkálása; 1,37;
3. Gyártás automatizált egyetemes szerszámgépekkel, célgépekkel és automata gépsorokon; automatizálás feltételei és lehetőségei; egyedi-, kis- és középsorozatgyártás korszerű szerszámgépei /NC, megmunkáló központ stb./; 0,34;
4. Nagy sorozat és tömeggyártás korszerű gyártóberendezései, építőszekrény elv, automata gyártósorok; 0,34;
5. A gépipari gyártástechnológia várható fejlődési irányai; 0,34.

S 2 Áramlástechnikai gépek

1. Energiaközlés folyadékokkal és gázokkal, gépműködési elvek, géposztályozás, szállítómagasság, terhelési jelleggörbék, teljesítmény, veszteség, összhatásfok, járókerék; 0,77;
2. Dimenziótlan tényezők, jellemző számok, hasonlóság; 0,77;
3. Örvénygépek jelleggörbéi, szabályozás, elágazó vezeték és hálózat, hidraulikus vezérlés; 0,77;

- 2 -

4. Térfogat kiszorítás elvén működő gépek, gépkiválasztás; 0,77;
5. Hidrodinamikus tengelykapcsoló, hidrosztatikus hajtás és szabályozás /adagoló szivattyúk, vákuumszivattyúk, folyadékgyűrűs szivattyúk, akkumulátorok, pneumatikus tápegység/; 0,51.

S 3 Kalorikus gépek

1. Tüzelőanyagtechnológia, reakciókinetika, lángok áramlása, gőzfejlesztők; 0,77;
2. Energiaátalakulás gőz- és gázturbinákban; turbinák, áramlás-tani kompresszorok, gőzturbinák, gázturbina, belsőégésű motorok; 2,06;
3. Hűtéstechnika: hűtőfolyamatok, hűtőberendezések, hűtőteljesítmény, hűtőfolyamatok összehasonlító értékelése; 0,77.

S 5 Méréselmélet

1. Modell, hasonlóság, fizikai mennyiség, fizikai és műszaki egyenletek, egységek, egységrendszerek; 0,09;
2. Közvetlen és közvetett mérés, módszerei, analóg és digitális mérés, hiba, hibafajták; 0,17;
3. Mérési sorozat, átlag és szórás, paraméterbecslések, kiértékelés technikája; 0,51;
4. Mérési eredmények ábrázolása, hisztogram, összeg-, sűrűség-, eloszlási görbe, normális eloszlás; 0,09;

5. Hibaszámítás, illeszkedésvizsgálat, statisztikai próbák, véletlen hibák kiegyenlítése, szórásElemzés; 1,54;

5.6. Rendszertan és irányításelmélet

1. Technikai folyamatok matematikai modellezése, rendszer, struktúra, lebontás, szintézis; 0,15;
2. Általánosítási lehetőségek, áramlástan és termodinamikai törvényszerűségek szerinti általánosítás, elektromágneses mező és energiatörvények szerinti általánosítás, linearitás és szuperpozíció; 0,59;
3. Extenzív és intenzív változók, energiakapuk, energiatárolók, induktív, kapacitív, energianyelő elemek, energiaforrások és átalakítók, karakterisztikák; 0,59;
4. Gráfok, Gráfátalakítási módszerek, rendszerek leképezése gráfokká, gráfmátrix és rendszeranalízis, jelfolyamábrák és analóg szimuláció; 0,45;
5. Elemi rendszerek dinamikai analízise; 0,89;
6. Lineáris rendszerek dinamikus analízisének egyszerűsített módszerei; 0,59;
7. Rendszerek leírása állapotmódszerrel; 0,89;
8. Vezérlés és szabályozás, vezérlési lánc és szabályozási kör, átviteli tagok, átviteli függvény; 0,30;
9. Nyílt vagy vezérlési rendszerek, dinamikájuk; 0,89;

- 4 -

10. Zárt szabályozási rendszerek; 1,19;
11. Stabilitáskritériumok, strukturális és feltételes stabilitás; 0,89;
12. Nem lineáris szabályozó rendszerek vizsgálati módszerei; 0,89;

S 7 Alkalmazott mechanika

1. Rugalmasságtan, képlékenységtan, stabilitás-elmélet; 3,06;
2. Prizmatikus rudak szabad csavarása, nyitott szelvényű rudak alakváltozási és feszültségi állapota, térgörbe rudak kihajlása; 3,31;
3. Alakváltozási és feszültségi állapot síkban, a síkfeladat megoldási módszerei; 0,76;
4. Vékony héjak elmélete, forgás-héjak membrán-elmélete és peremzavarása, technikai lemez-elmélet, tárcsák, lemezek és héjak stabilitás-vesztése; 3,57;

S 8 Gépszerkezettan

1. Gépészeti hordozó- és állványszerkezetek, törzstartók, rácsos tartók és keretek; 1,59;
2. Bordázott lemezek és ortotróp lemezek, szekrényes tartók, lemezszerkezetek; 0,69;

3. Öntött és hegesztett állványok, kombinált szerkezetek, hegesztett kötések kifáradása, hordozó- és állványszerkezetek nagyszilárdságú csavarkötései, ragasztott könnyűszerkezetű tartók; 1,27;
4. Modellvizsgálat, hasonlóság, modelltörvény, mechanikai és geometriai hasonlóság, terhelést átadó álló és mozgó szerkezeti elemek méretezése, érintkező elemek jellegzetes feszültségű helyei, fáradásos törés, terhelési szint és élettartam, élettartamra és kifáradási határra való méretezés, terhelésanalízis; 2,88;
5. Mechanikus hajtások, bolygóművek, fogazás és tervezése, differenciálművek, hajtóművek, váltóművek, fokozat nélküli fordulatszám-változtatású hajtóművek, fogazott hullámhajtómű, dörzshajtómű; 2,56;
6. Mechanikai hajtáslánc elemeinek dinamikai modellje, nyílt, elágazó, zárt hajtáslánc, hidrosztatikus hajtás, pneumatikus hajtás; 2,88;
7. Gépalapozás, rezgés, zajszegény szerkezetek, zaj- és rezgés-vizsgálatok; 0,97;
8. Tribológia /surlódás, kopás, kenés/, kopásmechanizmus és kopási élettartam; 0,97;
9. Elasztó-hidrodinamikus kenés /EHD/, olaj, zsír, szuszpenzió EHD viselkedése, alkalmazás gördülőcsapágyra, fogaskerékre, büttykös mechanizmusra; 1,59;

10. Változó terhelésű hidrodinamikus csapágyak, olajfogyasztás, kényszerolajozás; 1,27;
11. Gördülőcsapágyak belső terheléseloszlása, veszteség, kenés, hőmérséklet; 0,64;
12. Hidrosztatikus ágyazások terhelési, surlódási törvényszerűségei, méretezésük, konstrukciójuk; 0,64.

Ak 1 Mechanizmusok

1. Mozgás- és teljesítményátvitel, kinematikai lánc, síkbeli karos mechanizmusok, ezek kinematikája; 0,78;
2. Karos mechanizmus két-, három-, négy előírt helyzete, pólus, sebesség- és gyorsulásállapot, egyenesbevezetők, gömbi karos mechanizmusok; 1,12;
3. Karos mechanizmusok dinamikája, teljesítmény, redukálások, erő- gyorsulás kölcsönhatások, gépjárás-vizsgálatok, tagok rugalmassága; 1,12;
4. Centrois- és bütykös mechanizmusok, pontossági vizsgálatok, léptető hajtások, fokoz^{at}mentesen állítható hajtások, szabaddonfutó; 1,68;

Ak 2 Műanyag

1. Műanyagok szerkezete, fizikai állapotai, viselkedésük modellezése, dinamikus igénybevételek, alkalmazásuk; 1,34;

- 7 -

2. Müanyagfeldolgozás, bevonat, melegalakítás, nyomás alatti formázás, egyéb feldolgozási technológiák; 1,17;
3. Müanyag gépszerkezeti elemek tervezése, igénybevétel, kialakítási sajátosságok; 1,17;
4. Erősített müanyagszerkezetek, felépítés, kialakítás, méretezés, szendvics-szerkezetek; 0,84;
5. Müanyagfeldolgozó üzemek tervezésének egyes kérdései, telepítés, szervezet, anyag-, energia-, stb. ellátás, géptelepítés, biztonság; 0,16.

Ak 3 Forgácsnélküli megmunkálások

1. Öntészet: eljárások, öntött előgyártmány szerkesztési elvei, minőségi követelmények, formázás és magkészítés, formák szerkesztése és anyaga, olvasztóberendezések, üzemek; 1,93;
2. Hegesztés-technológia: hegesztési, forrasztási, vágási eljárások, hegesztett szerkezetek alapanyagai, hozaganyagok, hegesztett és forrasztott kötések kialakítása; 1,70;
3. Képlények alakítás: térfogatkialakítási technológiák és jellemző vonásaik, kovácsolás, hidegalakítás, lemezalakítás, darabolás, hajlítás, mélyhuzás; 2,36;

AK 4 Irányítástechnika

1. Szabályozás-technikai rendszerezés, távadók, jelátalakítók; 0,33
2. Alapjeladók és különbségképzők; 0,33;

- 8 -

3. Teljesítményerősítők és szabályzók; 0,67;
4. Helyzetbeállítók, végrehajtó szervek, szervomotorok; 0,67;
5. Beavatkozó szervek, szabályozószelepek, csappantyuk; 0,33;
6. Tápegységek, szűrők, akkumulátorok, stabilizátorok; 0,67;
7. Vezérlésfajták, szerkezeti egységek, relék, programkapcsolók; 0,33;
8. Félvezetős vezérlések, illesztések, billenőkörök; 0,33;
9. Pneumatikus vezérlő-rendszerek; 0,50;
10. Elektrohidraulikus rendszerek, másolóberendezések, NC-vezérlés; 0,50.

A 1 Módszeres géptervezés

1. Alkotó gondolkodás folyamata, műszaki fejlesztés, funkció, hatáskapcsolat, funkcióelemek, fizikai folyamat, hatáshordozó; 1,03;
2. Hatásláncok, morfológiai hálózat, hatáskapcsolat, átalakítások, funkció-struktúra, funkciók összevonása és szétválasztása; 1,03;
3. Hibák, zavaró mennyiségek, erőfolyam-vezetés, hatásfokozás, feladatmegosztás, sokszempontu helyesség érvényesítése; 1,03;
4. Ismétlődés, család, építőszekrény, számítógépes tervezés, tervezési körülmények és segédfolyamatok; 0,69;
5. Ergonómia, munkapszichológia, környezetvédelem a tervezésben; 0,35;

6. Ipari formatervezés, szindinamika, találmány, licencia, ujtás; 0,69.

A 2 Technológiai gépek szerkezetana

1. Technológiai gépek, rendeltetési körülmények; 0,60;
2. Megbízhatósági elmélet; 2,39;
3. Mozgásformák és hajtások; 2,99;
4. Munkagépek irányítása; 1,79;
5. Munkagépek állványrendszerei; 1,18;
6. Gépek szerkezeti felépítése, hengerek, sajtolók, kovácsolók, faipari gépek, anyagadagolók, vákuumtechnikai gépek, csomagolók, építőszekrény- elv, célgép, agregát; 4,78;
7. Kiszolgálógépek, manipulátorok, robotok; 2,99;

A 3 Méréstechnika

1. Méréstechnika, mérőműszerek, hossz mérés, alakváltozás-mérés; 0,51;
2. Felület mérés, szögmérés, erő mérés, nyomaték- és teljesítmény-mérés; 0,69;
3. Nyomásmérés; 0,17;
4. Tömeg mérés, idő mérés; 0,34;
5. Frekvencia-mérés, fordulatszám-mérés; 0,34;
6. Hőmérséklet mérés; 0,17;
7. Mért értékek felvétele, átalakítása, továbbítása; 0,17.

A 4 Szerszámgépek, automaták

1. Forgácsoló szerszámgépek rendszerezése; 0,34;
2. Esztergaszerű szerszámgépek; 1,03;
3. Furógépek, furóművek; 0,34;
4. Marógépek, furó-maróművek; 0,34;
5. Gyalu-, véső-, üregelőgépek; 0,34;
6. Finomfelületi megmunkálás gépei, köszörű, hónoló, elektro-kémiai megmunkáló gép; 0,69;
7. Fogazógépek; 1,03;
8. Szerszámgép-rendszerek, megmunkáló központok; 0,34;
9. Anyagtovábitás automatizálása, manipulátorok, robotok; 0,34.

Megjegyzés: a/ A melléklet az ágazati tantárgyak közül csak a Gépszerkesztő ágazat tantárgyait tartalmazza.

b/ A téma abszolút súlyszáma a tantárgy és a téma súlyszámának szorzata.